Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

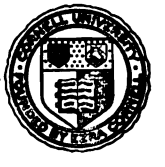
Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Digitized by Google

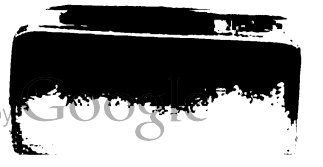
Engineering
TD
203
W323+
v.18

027900

CORNELL
UNIVERSITY
LIBRARY



ENGINEERING



Digitized by Google

CORNELL UNIVERSITY LIBRARY
3 1924 064 650 249

PERIODICAL

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Alphabetische Verzeichnisse

der

„Die Wasserkraft"

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

18. JAHRGANG 1923

I. Personen-Verzeichnis.

Die römischen Zahlen bedeuten das Heft, die arabischen die Seiten.

Baudisch, H., Prof. Dr.: Einfache Theorie der Kaplanturbine. XI. 131.
— — Versuche an einer Freistrahlturbine mit Sauggefälle. VII/XVIII. 246.
— — Entgegnung zur Theorie der Prallströmung. XXI/XXII. 277.
Baur, F., Dr.: Ueber mehrjährige periodische Schwankungen des Niederschlages im rechtsrheinischen Bayern und ihre prognostische Verwertung. XVII/XVIII. 241.

Dietz, D., Ing.: Die Alzwerke: Hirten-Holzfeld. XIII. 167.
Dickert, R., Dr.-Ing.: Die mittleren zehnjährigen Abfluß- und Nutzwassermengen des sächsischen Muldengebietes. XVII/XVIII. 243.

Durchheimer, Ph., Prof.: Geschiebetrieb in Wellen. XV. 210.
— — Ueber den Senkungsspiegel oberhalb einer Sohlenstufe. XIX/XX. 262.

Dillfer, Dipl.-Ing.: Umbauten von Wasserhaltungsmaschinen in Luftkompressoren. VII. 77.
Gaze-Gil, Geh. Baurat: Der Fall des Wassers bei Bauwerken. V. 50. VII. 79.
Grün, B., Ingenieur: Entgegnung zur Theorie der Prallströmung. XVII/XVIII. 244.

Müller, K., Dr.-Ing. und Dr. rer. pol., Reg.-Baumeister: Ueber Ausbildung und Erfahrungsergebnisse verschiedener kleiner Kanalypen für Wasserkraft- und Bewässerungsanlagen. XII. 145.
Hannemann, Baurat: Die staatliche Landeswasserversorgung in Württemberg. II. 11. III. 26. IV. 41.

Hirsch, Fr., Ministerialrat: Zur Elektrisierung der österreichischen Bundesbahnen. XXIII/XXIV. 293.
Klaus, Reg.- und Baurat: Die Be- und Entwässerung durch Pressepflanzen. VII. 32.

Kloss: Aus der Geschichte des Wasserkraftrechts. XI. 134. XIV. 195.
Kurzmann, Oberreg.-Rat, Dr.-Ing.: Neue Grundlagen für die Berechnung der Geschiebeführung in Flußläufen. II. 17.
Kurzmann, Ludwig, Rechtsanwalt Dr.: Zwangsenteignung von Wasserkraft. IV. 40.
Läufer, A., Dr.-Ing.: Kolktsichere Sturzböden. II. 23.

Leiner, Dr.-Ing., Reg.-Baum., Privatdozent: Ueberschlägliche Berechnung der Stauspiegelschwankung von Wasserkraftwerken. XII. 150.

Mühlhofer, L., Dr.: Zur Druckstollenfrage. VIII. 91.
— — Zur Klarstellung der Spannungsverhältnisse im Druckstollen. XIV. 185.

Ornig, J., Dr. techn., Zivilingenieur: Belastungsverhältnisse in einem Ueberlandnetz. XVI. 219.
— — Verbundarbeit von Elektrizitätswerken. XVII/XVIII. 283.
— — Zur Statistik der Wasserkraftanlagen. XXI/XXII. 275.

Posch, v., E., Dr.: Zivilingenieur: Spannungsverhältnisse in Druckstollen. VI. 61. XII. 152.

Reindl, C., Ing.: Neuerungen für Kleinwasserkraftanlagen. X. 177.
— — Zur Verwendung moderner Wasserräder. XI. 134.
— — Zum Donauversickerungsproblem. XIX/XX. 263.
— — Zur Inbetriebsetzung der ersten Teilstrecke der elektrischen Arlbergbahn. XXIII/XXIV. 2[illegible].
— — Das Kilom.-Kraftwerk der schweizerischen Bundesbahnen. XXIII/XXIV. 308.

Digitized by Google

Seeberg, P., Ing.: Indirekt wirkender Regulator mit spontaner Rückführung. XV. 265.
Haller, Dr.: Holzröhren für Wasserkraftanlagen. XIX/XX. 257.
Thiem, G., Dr. Zivilingenieur: Hydrologische Analytik in der Praxis. V. 49.
Tiegel, P., Baurat, Prof.: Wasserwirtschaft und Wassergesetzgebung in Lothringen. IX. 108.
—— Wasserkraftwirtschaft und neuere Wasserkraftanlagen. XVI. 226.
Uhlfelder, Magistrats-Baurat: Die Wasserkräfte des Fulda-, Kinzig- und des Sinngebiets. IV. [illegible]
Weigmann, Ministerialrat: Ueber Wesen und Notwendigkeit kulturbaulicher Bodenmeliorationen. I. 2. II. 15.
Wernecke, Dr., Rechtsanwalt: Die Verleihung von Wasserkraftrechten. VI. 76.
—— Uferanliegergrundstück und anliegender Wasseranteil. X. [illegible]
Weyrauch, Dr.-Ing., Prof.: Ein Steinbrechmaschine für [illegible] Gesamtbohrungen. I. 1.
Wolf, Dr.-Ing., Baurat: Die Bewegung des Wassers in offenen Werkskanälen beim plötzlichen Abstellen der zu den Turbinen führenden Druckrohrleitung. XXI/XXII. 271.

II. Orts- und Sach-Verzeichnis.

Argentinien, Wettbewerb für eine Wasserkraftanlage in —. VII. 87.
Achenseewerk, Zur Inbetriebsetzung der ersten Teilstrecke der elektrischen [illegible] (Reindl.) XXIII/XXIV. 285.
Ausbau der Wasserkräfte Deutschlands. XXIII/XXIV. [illegible]
Barberine, Das Kraftwerk —. XXIII/XXIV. 310.
Bawag. XIV. 202.
Belastungsverhältnisse in einem Ueberlandnetz. (Orne.) XVI. 215.
Be- und Entwässerungsanlagen. XI. [illegible] XVII/XVIII. 23[illegible]
Betriebsstörungen. XIX/XX. [illegible]
Bewegung des Wassers in offenen Werkskanälen. (Wolf.) XXI/XXII. 271.
Bodenmeliorationen, Ueber Wesen und Notwendigkeit der kulturbaulichen —. (Weigmann.) I. 2. II. 15.
Britische Kolonien, Die Wasserkräfte der —. V. 57.
Chile, Elektrizitätswerke in —. V. 56.
Donau, Die Starkwasser der —. XIV. 19[illegible].
Donauversickerungsproblem, Zum —. (Reindl.) XIX/XX. 263.
Drahtlose Kraftübertragung. [illegible] 18.
Dreiphasengenerator. III. 32.
Druckleitungen, Betonrohre für —. II. 21.
Druckstollenfrage. (v. Posch.) VI. 61.
Druckstollenfrage. (Mühlhofer.) VIII. 91.
Druckstollenfrage. (v. Posch.) XII. 1[illegible]2.
Druckstollenfrage. (Mühlhofer.) XIV. 1[illegible].
Eisenbeton-Druckrohre und Betonkanäle, Erfahrungen mit —. XV. 214.
Eisschwierigkeiten bei Dämmen. X[illegible] 110.
„Elektrisches Haus" in München. XVI. 223.
Elektrischer Bahnbetrieb, Ueber die Ausbreitung des — in der Schweiz und [illegible]. XXIII/XXIV. 305.
Elektrisierung der deutschen Reichsbahnen. VIII. 93.
Elektrisierung der Bahnen, Neuester Stand der — in verschiedenen Ländern. XXIII/XXIV. 307.
England, Der gegenwärtige Stand der Elektrizitätsversorgung in —. XI. 137.
England, Neue Wege der englischen Stromversorgung. III. 31.
England, Wasserkräfte in —. XI. 137.
Fett des Wassers bei Bauwerken, Der —. (Graevell.) VII. 79.
Finnlands Wasserkräfte. XVII/XVIII. 248.
Flußregulierung der Weichsel, Die —. III. 30.
Flutmühle, Eine [illegible] —. XII. 159.
Frankreich, Elektrisierung der Bahnen in —. V. 58. [illegible] 1[illegible]7.
Freistrahlturbine mit [illegible] Versuche [illegible] einer —. (Bandisch.) XVII/XVIII. [illegible]16.
Freistrahlturbine [illegible] (Reindl.) XX/X[illegible] 2[illegible]7.
Fulda-, Kinzig- und Sinngebiet, Die Wasserkräfte des —. (Uhlfelder.) IV. [illegible]7.
Geschiebetrieb in Wellen. (Forchheimer.) XV. 210.
Geschiebeführung in Flußläufen, Neue Grundlage für die Berechnung der —. (Einzmann.) II. 17.
Gobiandelhe der Rhein-Main-Donau A.-G. VII. 87.
Grimselwerk. XV. 214.
Großkraftwerke Franken, A.-G. I. 21.
Großkraftwerke, Die bayerischen —. IX. 113.
Großschiffahrtsweg Basel–Bodensee. XVI. 231.
Grundwasserabsenkung beim Bau der neuen Schleuse [illegible] II. 20.
[illegible] X. 12.
Holzröhren für Wasserkraftanlagen. (Haller.) XIX/XX. 257.
[illegible] XI. 158.
Hydrologische Analytik in der Praxis. (Thiem.) V. 49.
Hydraulischer Flügel, Ein [illegible] XVI. 231.
Hydrolysatoren, Die [illegible] durch —. (Vanas.) VII. 82.
Java, Elektrisierung der Bahnen auf —. XXIII/XXIV. 308.
Illerkraftwerke. VIII. 97.
Indien, Wasserkräfte in —. [illegible]
Istrien, Entpolderung der Küste. [illegible]
Italien, Stand der großen Wasserkraftanlagen Ende 1922. VI. 73.
Italien, Ausbau der italienischen Wasserkräfte. XXIII/XXIV. 306.
Illerkanalwerk, Das —. VIII. 95.
Kärntner Wasserkraftwerke A.-G. VII. 85.
Kalifornien, Riesenwasserkraftwerk in —. XVI. 229.
Kanaltypen für Wasserkraft- und Bewässerungsanlagen. Ueber Ausbildung und Erfahrungsergebnisse verschiedener kleiner —. (Haller.) XII. 145.
Kaplanturbine, Einfache Theorie der —. (Bandisch.) XI. 13[illegible].
Kilowattstundenmeile der Stadt Kaufbeuren. XXI/XXII. 25[illegible].
Kleinwasserkraftanlagen, Neuerungen für —. (Reindl.) X. 117.
Kraftstation, Eine ganzautomatische, hydroelektrische —. V. 57.
Küstenkanal, Stand der Arbeiten am —. VI. 73.
Landeswasserversorgung in Württemberg, Die [illegible] (Ehmann.) II. 11. III. 26. V. 41.
Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. [illegible] Erweiterungsbauten der —. [illegible]
Lokomotive, Versuchsfahrten mit einer [illegible] XXIII/XXIV. 308.
Mainkraftwerk A.-G. XIV. 20[illegible].
Muzzanersee, als Speicherbecken, [illegible] XV. 21[illegible].
Neckargoldanleihe. [illegible] 129.
Neckarwerke A.-G. XIV. 201.
Niagara, Neue Wasserkraftanlage am —. [illegible] 19. XI. 1[illegible].
Niederländisch-Indien, Anlage einer Wasserkraftanlage [illegible]

Digitized by Google

in —. XVI. 2[illegible].
Niederschlag im rechtsrheinischen Bayern. Ueber mehrjährige periodische Schwankungen des —. (Baur.) XVII. 241.
Nordschweden, Ausbau der Wasserkräfte in —. VI. 72.
Norwegen. Das norwegische Kraftwerk im Gefängnis. III. 32.
Norwegen. Wasserkraft und Elektrizitätsversorgung im [illegible] Nordlandgau. XVII/XVIII. 248.
Norwegen, [illegible] Kraftübertragung. II. 18.

Oesterreich. Die Großkraftverwertung nach dem neusten Stande Ende Dezember 1922 in —. VII. 83.
Oesterreich. Zur Elektrisierung der österreichischen Bundesbahnen. (Karg.) XXIII/XXIV. 295.

Personendampferfahrten auf dem Oberrhein. X. 128.
Peru, Wasserkraftausnutzung in —. I. 6.

Regulator. Indirekt wirkender —. (Sagberg.) XV. 205.
Reparationen in Frankreich, Die deutschen —. XXIII/XXIV. 300.
Ritom-Kraftwerk der schweizerischen Bundesbahnen, Das —. (Hendl.) XXIII/XXIV. 323.
Röhrenbruch am Weißmann-Stausee. —. XIX/XX. 266.
Russische Generatorenbestellung im Ausland. I. 8.

Sächsisches Muldengebiet. Die mittlere zehnjährige Abfluß- und Nutzwassermenge des —. (Fickert.) XVII/XVIII. 242.
Schweden. Das große Kraftwerk des Skogabyfalles vor der Vollendung. II. 18.
Schweden, Elektrischer Bahnbetrieb in —. XV. 215.
Schweden, Kraftausgleich und die Aufnahmen für die Einrichtung der Verteilung der elektrischen Energie in —. XXI/XXII. 279.
Schweden. Reichtum Schwedens an weißer Kohle. VI. 72.
Schweiz, Ausfuhr elektrischer Energie aus der —. XVI. 230.
Schweiz. Elektrisierung der Bundesbahnen. I. 6. XXIII/XXIV. 308.
Schweiz. Schiffbare Gewässerstrecken der —. X. 128.
Schweiz. Verbilligung der elektrischen Kraft in der —. XI. 137.
Senkungsspiegel oberhalb einer Sohlenstufe. Ueber den —. (Forchheimer.) XIX/XX. 2[illegible].
Sicherheitsgewinden. (Peter.) XV. 213.
Spanien, Wasserkraftwerk Anzeiger in —. XXIII/XXIV. 309.
Staatsschuldaufnahme für den Ausbau des Walchenseewerkes, der Mittleren Isar und des Bayernwerkes. III. 30.
Statistik der Wasserkraftanlagen. Zur —. (Ortig.) XXI/XXII. 275.
Staudämme, Abdichtung von —. VII. 86.
Stauspiegelschwankungen von Wasserkraftwerken. Ueberschlägige Berechnung der —. (Leiner.) XII. 150.
Steinbrockendammenwerk, Ein — mit 226 m Gesamthöhe. (Weyrauch.) I. 1.
Stromversorgung. Neue Wege in der englischen —. III. 31.
Sturzböden, Kolksicherung —. (Rehbock.) III. 23.

Tagung der II. Internationalen Konferenz über Großkraftübertragung. XXIII/XXIV. 319.
Tagung des XIII. Internationalen Schiffahrtskongresses über Wasserkraftnutzung. XXIII/XXIV. 310.
Tagung des Verbandes Bayerischer Wasserkraftbesitzer. IV. 41.
Tagung. 20. Jahresversammlung des Vereins beratender Ingenieure. XV. 215.
Tagung des Wasserwirtschaftsausschusses. IV. 47.
Talsperrenobjekt in Amerika. II. 19.
Talsperrenobjekt im Brändbachtal. III. 30.
Theorie der Fallströmung. Entgegnung zur —. (Grün.) XVII/XVIII. 244.
Theorie der Fallströmung, Entgegnung zur —. (Baudisch.) XXI/XXII. 277.
Triberg, Einstellung des Talsperrenbaues in —. I. 5.
Turbinenanordnung für Stauwehre, Neuartige —. III. 30.

Ueberdruckturbinen. VIII. 98.
Ufergrundstück und zugehöriger Wasserlaufanteil. (Werneburg.) X. 121.
Untere Isar. Ausnützung der —. XIX/XX. 261.
Untermain, Ausbau der Wasserkräfte des —. X. 127.

Verbundarbeit von Elektrizitätswerken. (Orning.) XVII/XVIII. 238.

Wäggitalwerk. Das —. XXIII/XXIV. 300.
Walchenseeanleihe. III. 30.
Wallis. Ein neues Kraftwerk im —. XIX/XX. 265.
Wasserbenutzungsrechte, Die Verleihung von —. (Werneburg.) VI. 76.
Wasserhaltungsmaschinen, Umbau von —. (Geiler.) VII. 77.
Wasserkraftanlage Pearnont-Monteux an der Isère. I. 6.
— Freudenberg/Ruhr. I. 5.
—, Die ostpreußischen —. V. 55.
—, Neue schweizerische —. VII. 85.
—, Böckslau bei —. XVI. 228.
Wasserkraftausbau, Gefährdung des — durch Frankreich. XVI. 230.
Wasserkraftausnutzung. I. 7. II. 18. VI. 74. VIII. 98. IX. 141. XIV. 199. XV. 215. XVII/XVIII. 249.
Wasserkraftrecht, Aus der Geschichte des —. (Kloss.) XI. 141. XIV. 195.
Wasserkraftwirtschaft u. neuere Wasserkraftanlagen. (Gocut.) XVI. 226.
Wasserräder, Zur Verwendung moderner —. (Reindl.) XI. 134.
Wasserstraße von Straßburg bis Orleans. XII. 158.
Wasserturbinen, Einheitsbezeichnungen für —. VIII. 96.
Wasserwirtschaft und Wassergesetzgebung in Thüringen. (Tepper.) IV. 198.
Weichsel, Regelung der —. III. 30.
Wertbeständige Strompreise der bayerischen Elektrizitätswerke. XIX/XX. 265. XXI/XXII. 282.

Zwangsenteignung von Wasserkraft. (Kurzmann.) IV. 40.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 1 **München, 1. Januar 1923** **18. Jahrgang**

Ein Steinbrockendamm-Entwurf für 236 m Gesamthöhe

Von Prof. Dr. Ing. Weyrauch, Stuttgart.

In den Proceedings der amerikanischen Gesellschaft der Zivilingenieure (vol. XLVIII No. 4, April 1922) veröffentlicht E. C. La Rue einen „Versuchsentwurf" (tentative plan) für einen 236 m hohen Steinbrockendamm (rock-füll-damm) im Colorado river, der ob seiner Kühnheit eine kurze Erwähnung an dieser Stelle wohl rechtfertigt.

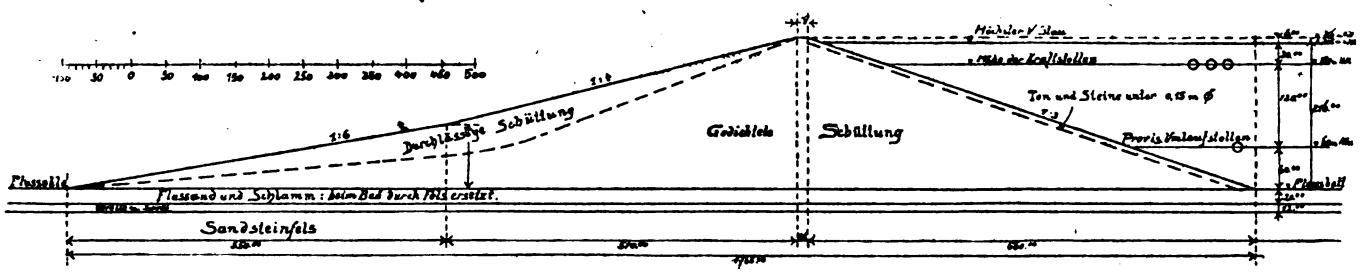
An der vorgesehenen Stelle (Lee Ferry Ariz.) erheben sich die roten Sandsteinwände des Canyons um 400 m über den Fluß und stehen am Wasserspiegel 140 m auseinander. Die Sperrenanlage sollte zur Bewässerung und zur Gewinnung von schätzungsweise 1 Mill. PS. dienen. Dabei soll der Fassungsraum des Stauweihers oberhalb der Wasserentnahmestollen (zwischen dem 180- und dem 200 m)-Niveau (s. Abbildung) rund 20 Mill. „acre-ft." betragen.

Die Verwendung von Auslegkranen (derrik) zur Weiterführung des Baues käme erst oberhalb des 180 m-Niveaus in Betracht.

Die in den Fluß gesprengten Massen wären natürlich nicht wasserdicht. Nur auf vielleicht 15 bis 30 m Höhe über dem Fluß wäre durch die Mischung der Felsbrocken mit dem auf Grund einer ersten Besichtigung vorhandenen Sand und Schlamm ein Dichtwerden denkbar. Um den so entstehenden Behälter rasch füllen zu können, sollten die ersten Sprengungen kurz nach der Sommerhochflut erfolgen.

Da der Stauspiegel durch die Wasserkraftstollen stets auf dem 180 m-Niveau erhalten bliebe, so wären unterhalb dieser Höhe Vorkehrungen gegen Wellenschlag nicht notwendig. Über diese Höhe wäre Pflaster vorzusehen.

Die schwierigste Frage ist die der Dichtung des Sperrdammes. Hier zeigt sich denn auch die eigentliche Besonderheit des vorliegenden Falls. Sie liegt darin, daß der Damm nicht, wie sonst, auf seiner größten Erstreckung auf trockenem Boden, sondern durchweg im Wasser und auf solche Tiefen geschüttet werden müßte, daß es kaum möglich wäre, dorthin für irgendwelche Arbeiten zu dringen. Dazu kommt erschwerend der der ungewöhnlichen Höhe des Dammes entsprechende Wasserdruck.



Die beim Damm vorgesehenen Böschungen gibt die Skizze wieder. Sie werden sich bei der vorgeschlagenen Ausführungsart (s. u.) nicht scharf einhalten lassen, doch glaubt La Rue erreichen zu können, daß sie nicht größer werden als angegeben. Sie ließen sich behufs genauerer Einhaltung vorher an den Canyonwänden antragen. Auch die voraussichtlichen Untergrundverhältnisse gibt die Skizze wieder. Danach würde der anstehende Fels etwa 32 m unter Flußsohle liegen.

Die Schüttung ist nun so gedacht, daß durch ein Minensystem die Felsen der Canyonwände direkt in den Fluß hineingesprengt werden, so daß möglichst wenig Material mechanisch bewegt werden müßte. Beim Indenflußstürzen dieser Massen, von denen angeblich 50% aus Brocken von 1—1000 t Gewicht bestehen mögen, würden die oberen 20 m Flußsand und Schlamm in der Talsohle durchschlagen und zum Teil auf die Seite gedrückt werden. Bei geeigneter Anordnung der Sprengungen auf beiden Canyonseiten, glaubt La Rue, daß schon die ersten Schüsse genügen würden, um einen Damm von 75 m Höhe in den Strom zu werfen. Selbst, wenn über diesen Dammteil ein Hochwasser weglaufen sollte, so hält dies La Rue wegen der dadurch bewirkten Abschwemmung der leichteren Felsbrocken für einen Vorteil. Trotzdem soll zur Verhinderung von Überflutungen während des ganzen übrigen Baus 60 m über der Flußsohle an günstiger Stelle ein Umlaufstollen von 10 m Durchmesser, 1000 m Länge und 60 m Gefälle samt einer „Johnsonfalle" am Einlauf angelegt werden.

Der erstere Umstand läßt einen Betonkern als Dichtungsmittel ausscheiden, ebenso einen Eisenkern mit und ohne Umschüttung, sowie eine Belegung der Wasserseite mit Beton, der bei den zu vermutenden, lange dauernden Dammsetzungen brechen, übrigens eine Unterspülung des Damms doch nicht sicher verhindern könnte. La Rue sieht deshalb ein Dichten durch Einschlämmen feinen Materials vor, von dem rund 7,6 Mill. cbm nötig und auf geneigten Bahnen beizuschaffen sein würden.

La Rue glaubt, daß das Dichten des Damms infolge der Beherrschung des Abflusses mittels des Umlaufstollens möglich sein werde. Anfangs werde das Wasser je nach der Größe der Zwischenräume durch dieselben stürzen, fließen, sickern. Sie seien durch Material von 15—2 cm Durchmesser, das das eindringende Wasser mit sich führe, zu dichten. Große, auf der Wasserseite und der Krone aufgebrachte Ton- und Schlammengen würden die praktische Dichtheit erzielen helfen. Auch würden die Wassermengen, die wegen des enormen Drucks dennoch dauernd durch den Damm hindurchtreten, voraussichtlich nicht groß genug sein, um Ausspülungen im Damm zu bewirken.

Digitized by Google

Mit zunehmender Dichtung des Damms würde das Wasser auf 1735 m Länge unter dem Damm durch die unterste 12 m starke Geröll- und Sandschicht hindurchdringen. La Rue glaubt, daß bei einer Neigung der dabei wirksamen Drucklinie von 1:8 die Widerstände im Untergrund die Wasserbewegung daselbst und damit eine Ausspülung verhindern würden. —

Gegen den Entwurf, so wie er bisher dargestellt ist, sind nicht unerhebliche Bedenken zu erheben. Sie beziehen sich vor allem auf die Möglichkeiten der Schüttung, der Herstellung der Böschungen und auf die Dichtung.

Es ist sehr fraglich, ob es auch nur annähernd gelingen würde, die Sprengschüsse so anzusetzen, daß die Sprengstücke der ersten Schüsse (über 15 Mill. cbm!) einigermaßen geschlossen an der gewünschten Flußstelle niederfallen. Dieselbe Unsicherheit besteht bezüglich der Böschungen. Hier sind größte Ungleichmäßigkeiten denkbar. Dagegen würde die Verwendung leistungsfähiger Kabelluft-Kranen bei nur 550 m oberer Breite des Canyons keine Schwierigkeiten machen, allerdings den Bau ganz erheblich verteuern.

Noch viel ernster ist die Frage der Dichtung des Damms. Sie wird vollkommen, vielleicht überhaupt nicht gelingen. Da aber selbst (absolut) große Wasserverluste keine für den Damm lebenswichtige Rolle spielen werden, so braucht man nicht m e h r zu erreichen, als eine solche Dichtung, welche Ausspülungen des Dammaterials und Auftreibungen auf der Luftseite verhindert. Eine solche Dichtung erscheint nicht unmöglich, wenn die nötige Größe des Dichtungsmaterials sehr sorgfältig untersucht und richtig getroffen wird. Man wird also sehr vorsichtig vorgehen und auf der Wasserseite und über der Krone vielleicht zunächst ein Material von gröberem Korn (15 cm) aufgeben, um dadurch die gröbsten Öffnungen zu schließen, darauf mittleres und schließlich feines Material. Wie die Materialien wirken, wird die stete Beobachtung der Wasseraustritte und vielleicht auch des Flußwasserstandes auf der Luftseite ergeben.

Die eben geschilderte Reihenfolge der Dichtungsarbeiten würde zur Folge haben, daß sich die gedichtete Zone des Damms mehr auf seiner Wasserseite bilden würde. Will man die Dichtung mehr über den ganzen Dammquerschnitt erstrecken, so muß man mit dem gröberen Material zurückhaltender sein. Eine weitere Verbesserung der Dichtung ist zu erzielen, indem man damit schon frühe beginnt und mit dem Emporwachsen des Damms dauernd fortsetzt.

Wie dicht ein solcher Damm werden mag, ist nicht nur das Ergebnis der Sorgfalt und steten Beobachtung beim Bau, sondern auch — wie bei recht vielen schwierigen Wasserbauten — Glücksache. Ohne mutiges Vorgehen sind solche Anlagen überhaupt nicht zu verwirklichen. Dazu wird im vorliegenden Fall noch ein bis ins Einzelste gehendes Durchdenken des ganzen Entwurfs und aller, auch der entferntesten in Betracht kommenden Möglichkeiten treten müssen.

Zum Schluß noch eine kleine Anmerkung. Bei Wiedergaben aus der englisch-amerikanischen Literatur übersetzen wir das Wort „dam" fälschlicherweise sehr oft mit „Damm", ohne zu überlegen, ob es sich wirklich um einen Damm oder um eine gemauerte Sperre handelt. Es genügt vielleicht dieser kurze Hinweis, um jene Nachlässigkeit der Übersetzer künftig verschwinden zu machen.

Über Wesen und Notwendigkeit kulturbaulicher Bodenmeliorationen

Aus einer Semesterantrittsvorlesung (6. XI. 22) von Ministerialrat W e i g m a n n.

Eine Vorlesung über einen Stoff wirtschaftlicher Art kann m. E. heutzutage nicht begonnen werden, ohne daß wenigstens mit einem Wort auf einige Seiten unserer gegenwärtigen wirtschaftlichen Lage hingewiesen wird. Wenn wir diese Lage nur rasch kennzeichnen mit den Gegenwartsstichworten: „Unerhörte Teuerung, und als deren Hauptursache Mangel an Waren, insbesondere Lebensmitteln, Geldentwertung infolge unseres schrecklichen Währungselendes, Aufhören fast jeder Konkurrenz, immer neue, unerschwingliche Forderungen des Auslandes", so möchten uns schon die Sinne durcheinander wirbeln wie draußen die Blätter im Herbststurm. Noch dazu wissen wir nicht, was die Reparationskommission, die zu unserem Heile tagt, ausbrüten wird. Nach den Ergebnissen früherer Kommissionen und Konferenzen können wir die „besten Hoffnungen" haben.

Es genügt, wenn wir uns in dieser Beziehung allein an die letzte größere Gewalttat erinnern, die vor nunmehr Jahresfrist durch Diktat verübt wurde, die uns als Vaterlandsfreunde ebenso ans Herz gegriffen hat, wie in unserer Eigenschaft als landwirtschaftlich denkende Techniker. Ich meine die von „Gerechtigkeit und Überzeugungstreue" triefende Entscheidung des Völkerbundes über Oberschlesien, die Entscheidung, mit welcher dem entrechteten, geknechteten Deutschland ein vermeintlicher Sieger neuerdings den Fuß auf den Nacken setzte, die Entscheidung, mit welcher durch willkürliche Abtrennung eines weiteren Stückes Land Volksgenossen deutscher Abstammung nach Hunderttausenden über Nacht zu polnischen Untertanen gemacht wurden, mit der man uns neuerdings 330,000 ha oder 1 Mill. Tagwerk deutschen Landes, d. i. rund 40% des ganzen Abstimmungsgebietes, raubte, mit der man uns nicht einmal mehr 20% der oberschlesischen Kohlenförderung und 10% des oberschlesischen Kohlenvorkommens beließ (Bayern, das in der letzten Zeit nahezu 40% seiner Kohlen von Schlesien bezogen hat, spürt das jetzt besonders empfindlich), mit der man uns ¾ der Zink- und Blei-Erzförderung, ferner sämtliche Eisenerzgruben mit einer Gesamterzeugung von jährlich 91 000 Tonnen wegnahm und schließlich 10 000 ha Wald im Werte von 30 Millionen Goldmark raubte.

Diese Entscheidung sowohl wie auch alle zwischenliegenden Diktate und Ansinnen sind nichts anderes als der ständige Ausfluß der konsequenten, auch sonst sehr durchsichtigen Vernichtungsbestrebungen unserer Feinde. Ich sage bewußt „Feinde", weil ich den Vertrag von Versailles, dem alle diese Dinge entspringen, niemals als Friedensvertrag betrachtet habe, sondern als brutalen Gewaltakt der verschiedenen Gerechtigkeitsathleten des Feindbundes, angefangen von Wilson mit seinen „14 Punkten" bis auf die Herren Poincaré und Bonar Law der heutigen Tage. Noch heute erleben wir täglich Gewalttaten, mit welchen man blindlings die deutsche Volkskraft zerschmettern und Deutschland als Wirtschaftsfaktor völlig ausschalten will.

So sollen wir, statt, wie wir vorhatten, nach dem Krieg Übergangswirtschaft zu treiben, nach dem Willen unserer Feinde ausgesprochene Untergangswirtschaft treiben, die uns schon längst von einem vorher intensiv produzierenden zu einem konsumierenden Gemeinwesen, von einem ernst schaffenden und erzeugenden zu einem leider größtenteils auch noch leichtsinnig verzehrenden Volke gemacht hat. Wir zehren längst von den schon im Kriege stark beschnittenen, spärlichen Reserven unserer früheren fruchtbaren Arbeit. Wohin das führen muß, weiß man aus den Erfahrungen auch des kleinsten Haushaltes.

Wir hoffen von Tag zu Tag, daß wir endlich am tiefsten Punkt des Niederganges und der Schmach unseres trotz allem noch inniggeliebten Vaterlandes angelangt sein möchten, aber täglich erleben wir neue Enttäuschungen und trotz der fieberhaften Tätigkeit unserer Papiergeldpressen sind wir zum letzten Volk, ja zum Sklaven unter den Völkern geworden, dem man nicht einmal einen Platz am untersten Ende der Völkerbundstafel einräumen will, dessen Frondienstverpflichtung und Unselbständigkeit man jetzt auch

Digitized by Google

noch besonders dokumentieren will, indem man ihm seine eigene Staatsverwaltung zu entwinden trachtet. Ja, wir müssen dieses Bild festhalten: das eines unter einer übermäßigen Bürde zusammengebrochenen, erschöpften Lastträgers, auf den noch immer eingeschlagen wird. Nur daraus ergibt sich uns auch die Antwort auf die Frage: Was kann Abhilfe bringen? Sie muß nach zweierlei Richtung erfolgen. Es ist ein Unding, wenn gewisse Kreise heute noch behaupten, Deutschland könne aus eigener Kraft sich aus dieser wirtschaftlichen Notlage befreien. Das hat jüngst sogar ein Führer des Deutschen Arbeiter-Gewerkschaftsbundes zugegeben. Sondern es muß unbedingt in erster Linie auch von außenher, durch unsere rücksichtslosen Bedrücker, die Last erleichtert werden; die Gewaltpolitik der Ententestaaten, überhaupt der Vertrag von Versailles muß fallen!

Bis das geschieht, darf aber auch auf der andern Seite nichts versäumt werden: Deutschland, der entkräftete Lastträger, muß innerlich gestärkt und wieder leistungsfähiger gemacht werden. Hiezu gibt es verschiedene sehr wertvolle und wichtige Mittel, die hier nur zu streifen sind: Einschränkung der Lebsucht, Rückkehr zur deutschen Einfachheit, innerliche Erneuerung, Stärkung des Pflichtbewußtseins, Mittel, die alle schon die Not noch lehren wird! Weiter: Man schätzt die von unserer Gesamtwirtschaft heute hergestellten Waren aus gewerblichen und landwirtschaftlichen Betrieben jetzt nur auf 60% der Friedensproduktion. Mehrarbeit, Ausdehnung der Arbeitszeit, Wiedereinführung der Akkordarbeit, würden das inländische Warenangebot bedeutend erhöhen und uns auch in die Höhe bringen, werden aber einstweilen, bis uns das Wasser an den Hals geht, von gewisser Seite noch abgelehnt.

Glücklicherweise ist man sich wenigstens hinsichtlich eines andern bedeutenden Mittels einig, in der Erstrebung produktiverer Tätigkeit durch Schaffung neuer Werte, in dem Wunsch nach verstärkter, gesteigerter Produktion.

In diesem Bestreben der Schaffung neuer Werte wendet sich unser Blick wie der eines nach Gesundung suchenden Menschen den ursprünglichsten Quellen zu, denen alle materiellen Güter unserer Erde entspringen: der Natur und der Arbeit, welche zwei wichtigen Elemente nirgends in wunderbarerer Weise zur vollsten ökonomischen Einheit verschmolzen sind, als in der Landwirtschaft. In der Natur sind es wieder vornehmlich die Faktoren Boden und Klima, welche neue Werte zu erzeugen vermögen: der Boden als fast unerschöpflicher Urquell alles organischen Lebens und damit auch als Wesensgrundlage aller landwirtschaftlichen Erzeugung, deren Maß und Güte noch mitbestimmt wird von den jeweils herrschenden, mehr oder minder günstigen, klimatischen Verhältnissen: Licht, Luft, Wärme und Wasser.

Boden sowohl als Klima sind zwar anscheinend festgegebene Größen, mit denen von vornherein zu rechnen ist, da sie vermeintlich dauernd nicht geändert werden können. Trotzdem ist der Mensch als der bestimmungsgemäße Beherrscher der Natur auch hier in der Lage, nachhelfend, abändernd, und nachhaltig bessernd einzugreifen durch eine ganze Reihe von Maßnahmen, welche er nach sorgfältiger Prüfung bestehender Mißstände, durch Abwendung der letzten Ursachen dieser Mißstände trifft.

Die Wissenschaft, die sich mit der systematischen Bearbeitung dieses Stoffes auf Grund der einschlägigen naturwissenschaftlichen, ingenieurtechnischen und landwirtschaftlichen Disziplinen befaßt, in welcher also Technik und Landwirtschaft in einheitlichster und fruchtbarster Form sich berühren und ergänzen, heißt landwirtschaftliche Meliorationslehre. Die ausübende Schwester derselben ist die sogenannte Kulturtechnik oder das Kulturbauwesen, welches nach den in der Meliorationslehre gewonnenen Grundsätzen die verschiedenen Bodenmeliorationsanlagen auszuführen hat.

Wir sehen daher, die Kulturtechnik befaßt sich ebensowohl mit der kleinsten Quelldränierung, mit Feldbrunnenanlagen, Gebäudeentfeuchtungen, einfachen Grabenentwässerungen und Fischteichanlagen, wie mit ganze Gemeindefluren durchquerenden Moorentsumpfungen, Bewässerungs- und Abwasserverwertungsanlagen, Verbauungs-, Regulierungs- und Uferschutzarbeiten an Bächen und Flüssen, Anlagen von Feld- und Wirtschaftswegen, vielfach Unternehmungen, die häufig nur im Zusammenhang auch mit durchzugreifender Flurbereinigung, teilweise auch mit Anlagen zur Ausnützung der treibenden Kraft des Wassers (Neu- und Umbau von Triebwerken) zur Ausführung kommen können.

Schon aus dieser unvollständigen Aufzählung ist ersichtlich, daß bei allen Maßnahmen der Boden nicht nur in seiner Eigenschaft als Pflanzenträger, sondern gleichzeitig auch als Teil eines wirtschaftlichen Betriebes häufig einer Verbesserung bedarf, also der Grenz-, Größen- und Formgestaltung, Zugänglichmachung durch neue oder verbesserte Zufuhrgelegenheit oder auch hinsichtlich Änderung in der Benützungs- (Kultur-)art.

Ergeben sich nun Maßnahmen letzterer Art in den meisten Fällen — soll ganze Arbeit gemacht werden — ganz von selbst als notwendige Ergänzungseinrichtungen, so ist andrerseits für ein kulturtechnisches Eingreifen grundlegend die Frage, ob dauernde Ertragssteigerung auf landwirtschaftlich benütztem oder zur landwirtschaftlichen Benützung in Aussicht genommenen Gelände erstrebt wird durch Regelung der vorgenannten physikalischen Wachstumsbedingungen. An der Belichtung des Bodens ist nun im allgemeinen nicht viel zu ändern. Eine Verbesserung dieser Art kann höchstens durch Beseitigung von Unkräutern erfolgen, die sich meist durch Überfluß oder Mangel an Wasser einstellen. Durchlüftung und Erwärmung der Böden sind aber vollends fast ausschließlich abhängig von einem richtigen Feuchtigkeitsgehalt der Ländereien. Es umfaßt daher die eigentliche Kulturtechnik in erster Linie die gesamte Regelung der Wasserverhältnisse. Dabei sind entweder die von jeher ungünstigen Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens zu verbessern, oder die durch irgendwelche schädlichen Einflüsse des Wassers gestörten Wechselwirkungen zwischen den physikalischen Wachstumsbedingungen des erzeugenden Bodens und den Anforderungen der erzeugten Pflanzen zu regeln, und zwar stets zum Zwecke der dauernden Erzielung sicherer, verbesserter und gesicherter Erträge. Es sollen also kulturbauliche Unternehmungen stets eine möglichst hohe Rente abwerfen. Sie erfüllen daher ihren Zweck nur dann vollständig, wenn sie mit möglichst einfachen Mitteln und mit der größtmöglichen Sparsamkeit oder, wie man sich ausdrückt, möglichst „wirtschaftlich" entworfen und ausgeführt werden, wobei jedoch selbstredend die Sparsamkeit nicht etwa auf Kosten der Güte und Dauerhaftigkeit der Ausführung gehen darf.

Solche Bodenmelioration zu treiben, tut uns bitter not. Sie muß uns unter den gegebenen Verhältnissen aber auch eine heilige Verpflichtung erscheinen: denn Grund und Boden ist das dem Volke anvertraute höchste Gut und es ist also kein Verdienst, sondern eine Pflicht der Landwirtschaft, dieses Gut zum Heil der Gesamtheit möglichst fruchtbar zu verwerten: „Was du ererbt von deinen Vätern hast, erwirb es, um es zu besitzen!"

Wir haben es im Kriege und an dessen schrecklichem Ausgang erlebt: Nichts ist niederdrückender, nichts ist verderblicher als der unbefriedigt verhallende Schrei eines Volkes nach Brot. Im letzten Grunde war es bei uns und unseren Bundesgenossen die auf die Dauer unerträgliche Wirkung der Hungerblockade, welche Volk und Heer nach so unzähligen herrlichen Taten und langem, wackerem Aushalten allmählich unsicher und wankend gemacht hat. Die ungenügende Lebensmittelerzeugung im eigenen Lande hat schließlich zum Zusammenbruch geführt. Auch jetzt nach diesem unglücklichen Ende muß es bei der so stark gesunkenen Kaufkraft unseres Geldes eine der Hauptsorgen des Wiederaufbaues sein, dem entkräfteten, nur langsam genesenden Volk das tägliche Brot zu erschwinglichem Preise, also möglichst aus dem Inlande zu verschaffen, zu dem Ende dafür zu sorgen, daß dort, wo bisher kein oder ein schlechter Halm gewachsen ist, künftig zwei gute wachsen und daß das, was der Boden trägt, auch unbeschädigt geerntet und leicht geborgen werden kann.

Wir müssen uns auch noch daran erinnern: Die deutsche.

Digitized by Google

und insbesondere auch die bayerische Landwirtschaft war vor dem Kriege im besten Zuge, ihre Hektar-Erträge rasch und in befriedigender Weise zu erhöhen. Deutschland hat innerhalb 30 Jahren seine landwirtschaftliche Erzeugung verdoppelt, so daß wir im Frieden zuletzt nur noch ein Fünftel unseres gesamten Verbrauches vom Ausland eingeführt haben. Heute liegt die Sache anders. Unsere Kolonien haben wir verloren, außerordentlich wertvolle Überschußgebiete, die uns je ein Fünftel unserer Kartoffel- und Brotgetreideerträge und ein Drittel der deutschen Zuckererzeugung lieferten, mußten wir abtreten, dazu sind infolge ungenügender Düngung und Pflege des Kulturlandes unsere Bodenerträge um ein Viertel bis ein Drittel zurückgegangen, die Getreideanbaufläche hat sich zugunsten mehr extensiver Betriebe beträchtlich abgemindert, alles, was wir vom Ausland beziehen müssen, ist wegen unserer unheimlich fortschreitenden Geldentwertung furchtbar teuer.

Der bayerische Kulturbaudienst mit seiner außerordentlich vielgestaltigen Tätigkeit, die stets auf einen wirtschaftlichen, meist rein landwirtschaftlichen Zweck abzielt und deshalb zunächst von landwirtschaftlichen Grundsätzen und Erwägungen ausgeht, im übrigen aber ingenieurtechnischer Art ist, will an dieser so wichtigen Aufgabe nach wie vor kräftig mitwirken.

Neben wegebaulichen Unternehmungen (Neubau und Umlegung von Wirtschaftswegen) sind es bekanntlich vor allen Dingen wasserwirtschaftliche Maßnahmen, welche als technische Mittel ergriffen werden müssen, um den angedeuteten Endzweck — Vermehrung, Verbesserung und Sicherung der Ernteerträge — zu erreichen.

Besonders schwierig wird die Aufgabe des Kulturbaubeamten in niederschlagsarmen Gegenden, in denen die geringen vorhandenen Wassermengen durch die verschiedensten Anlagen und Erwerbssparten, deren Interessen am Wasser angesichts seiner mannigfachen Verwendungsmöglichkeit oft im stärksten Widerstreit miteinander stehen, bereits bis zum letzten Tropfen beansprucht werden. Es sind dies Landwirtschaft, Fischerei, Wasserkraftausnützung für Triebzwecke und Elektrizitätserzeugung, Trinkwasserversorgung der Städte und Ortschaften, Schiff- und Floßfahrt, Trift. Eine einseitige Bevorzugung eines einzelnen Interessenten darf da nicht stattfinden, sondern es muß unter gerechter Abwägung der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Belange der Mitbewerber ein Ausgleich gesucht werden, der — soweit irgend tunlich, durch entsprechende technische Maßnahmen und erst in letzter Linie durch Geldentschädigungen — allen Interessen Rechnung trägt, und der sich bei gutem Willen und Verständnis der Parteien, sowie bei unvoreingenommener, sachkundiger und standhafter Haltung der verschiedenen technischen und Verwaltungsbehörden unter rücksichtsvoller Anwendung unserer guten gesetzlichen Bestimmungen regelmäßig auch finden läßt. Das heißt man dann planmäßige Wasserwirtschaft treiben, die wir künftig nicht entbehren können. An der Erstrebung solcher sachgemäßer Wasserwirtschaft hatten die kulturtechnischen Organe schon seit dem Inkrafttreten der Kulturgesetze vom Jahre 1852 regen Anteil genommen.

A. Vor dem Kriege.

Die verhältnismäßig langsame Entwicklung des Kulturbaudienstes aus kleinen Anfängen heraus, in denen die landwirtschaftlichen Vereine und Kreisgemeinden die Führung hatten, hinüber über die erstmalige Regelung im Jahre 1902 und bis zu dem Stande, der durch die endgültige Organisation im Jahre 1909, d. i. ein Jahr nach dem Inkrafttreten des neuen Wassergesetzes, geschaffen wurde, ist Ende 1912 von amtlicher Seite eingehend dargelegt worden. Der bis dahin beobachtete Anstieg der kulturtechnischen Leistungen hielt, wie aus der nachfolgenden Übersicht zu entnehmen ist, auch bis zum Ausbruch des Weltkrieges im August 1914 unvermindert an. Die stetige Zunahme der Kulturtätigkeit war in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß mit dem Ausbau des Dienstes planmäßig fortgefahren werden konnte. So wurden zu Anfang des Jahres 1913 auch in Amberg, Aschaffenburg und Landshut Kulturbauämter errichtet und den bestehenden Ämtern nach Bedarf und Möglichkeit weitere Arbeitskräfte beigegeben. Die Zahl der Kulturbauämter betrug damit 24 gegen 21 im Jahre 1912 und die durchschnittliche Größe jedes Kulturbauamtsbezirkes an landwirtschaftlich benützter Fläche 1900 qkm gegen vorher 2170 qkm.

Die Finanzierung der Bodenkulturunternehmungen bereitete vor dem Kriege keine nennenswerten Schwierigkeiten. Sie erfolgte hauptsächlich durch die Leistungen der Beteiligten, denen, jedoch in der Regel nur bei genossenschaftlichen Anlagen, auf Ansuchen freiwillige Zuschüsse aus Kreis- und Staatsmitteln gewährt wurden. Die Staatszuschüsse wurden meist so hoch bemessen wie die Kreiszuschüsse, in besonders gelagerten Fällen — außergewöhnlich hohe Kosten, besondere Bedürftigkeit der Beteiligten — wurden zu den kostspieligen Flußinstandsetzungsarbeiten höhere Staatszuschüsse in Aussicht gestellt und zwar in 1½-, ausnahmsweise auch in 2facher Höhe der Kreiszuschüsse, selten jedoch über 40 Prozent. Die Beteiligten hatten sohin günstigsten Falls 40 Prozent der Kosten aufzubringen. Die notwendigen Geldbeträge für die Staatszuschüsse wurden jeweils in einem der nächsten Staatshaushalte vom Landtag angefordert.

B. Im Kriege.

Schon vor dem Kriege wurde von mir bei verschiedenem Anlasse und im Hinblick auf die riesige Einfuhr von Lebens- und Futtermitteln (zuletzt 11 Millionen Tonnen an Agrarerzeugnissen) aus dem Auslande darauf hingewiesen, wie wichtig es insbesonders für den Fall ernster Verwicklungen wäre, daß unsere Ernährung mehr aus eigener Kraft erfolgen könnte und sollte. In besonderem Maße galt dies für Bayern und die übrigen süddeutschen Staaten, in denen nach der Reichsstatistik der Vorkriegsjahre die Getreide- und Kartoffelhektarerträge durchwegs unter dem Reichsdurchschnitt lagen. Leider vermochten alle Anstrengungen, die dann während des Krieges nach dieser Richtung gemacht wurden und an denen auch der Kulturbaudienst in hervorragendem Maße beteiligt war, das Versäumte nicht mehr nachzuholen.

Andererseits hat sich hiebei offenkundig gezeigt, daß der Kulturbaudienst kein irgendwie starres Gebilde ist, sondern sich unbeschadet der stets erstrebten Erreichung eines großen wirtschaftlichen Endzieles jederzeit den augenblicklichen Verhältnissen rasch anzupassen vermag. So konnte der kulturbauliche Betrieb, der vor dem Krieg zum großen Teile auf die Gewinnung von Neuland durch Entwässerung und Urbarmachung von Ödflächen eingestellt war, mit dem Einsetzen der Ernährungsschwierigkeiten schnell vornehmlich auf die Meliorierung von solchen Ackerländereien eingestellt werden, die bereits gute Bodenverhältnisse aufwiesen, schon in entsprechendem Düngungszustande sich befanden und nur mehr einer gründlichen Entwässerung bedurften, um intensiv bewirtschaftet zu werden und bald Vollernten an Brotgetreide und Kartoffeln liefern zu können. Als sodann später das Erfordernis ungeheurer Heulieferungen für die Heeresverwaltung hervortrat und es sich darum handelte, die Futtererträge zu steigern und vor Beschmutzung und Abtrieb durch Hochwasser zu schützen, hatten die Kulturbauämter auch der Durchführung von Bach- und Flußregulierungen wieder besonderes Augenmerk zuzuwenden.

Allerdings wurden diese Bestrebungen durch die Verhältnisse, wie sie der Krieg mit sich brachte, teilweise beeinträchtigt. Als nach den Erschütterungen der ersten Mobilmachungstage wieder ruhigere Verhältnisse Platz gegriffen hatten, schien es zwar anfänglich, als ob sich die Kulturbautätigkeit zur Höhe der Friedensjahre erheben wollte. Die zunehmenden Einberufungen aber — es befanden sich am 1. November 1916 48 Prozent des Kulturbaupersonals, und zwar 57 Prozent des höheren Dienstes, 53 Prozent des mittleren technischen Dienstes und 23 Prozent des Kanzlei- und Zeichnungsdienstes beim Heere — und sonstige Erschwernisse der Kriegszeit, wie

Digitized by Google

z. B. die Beschlagnahme der Baustoffe und die Reise- und Transportschwierigkeiten, sowie die verminderte Leistungsfähigkeit der Arbeiter infolge der Lebensmittelknappheit, ließen einem neuerlichen Anstieg nicht dauernd Raum. Nach einer kleinen Besserung im Jahre 1915 sank die Kulturtätigkeit andauernd bis 1917, in welchem Jahre sie mit 1377 ha verbesserter Fläche und 1,2 Millionen Mark Bauaufwand ihren tiefsten Stand erreichte.

Die Belebung der Kulturtätigkeit zu Anfang des Krieges war zum Teil darauf zurückzuführen, daß den Kulturbauämtern zur Ausführung von Bodenkulturarbeiten Kriegsgefangene zur Verfügung gestellt wurden, wodurch der Mangel an freien Arbeitern etwas ausgeglichen wurde. Bis zum Dezember 1915, in welchem Monat die Gefangenenbeschäftigung mit 18700 Mann ihren höchsten Stand erreichte, nahm die Zahl der Kriegsgefangenen andauernd zu. Infolge der sich mehrenden Einberufungen mußten letztere aber dann mehr und mehr an die Landwirtschaft und Industrie abgegeben werden, so daß schon am 1. Juni 1916 nur 4052 und am 1. Juni 1917 bloß noch 413 Kriegsgefangene bei Kulturbauten Verwendung fanden. Bis zum Kriegsende verminderte sich diese Zahl schließlich sogar auf 123. Die Anzahl aller von den Kriegsgefangenen geleisteten Tagschichten betrug bis zum Kriegsende 4,4 Millionen und die unter ihrer Mitwirkung verbesserte Fläche umfaßt rund 20000 ha. Zur Unterbringung der arbeitenden Gefangenen waren von den Kulturbauämtern im Laufe der Jahre 159 Lagerballen (Baracken) errichtet worden. Besondere Arbeitsfreudigkeit kann den Kriegsgefangenen nicht nachgerühmt werden. Ihre sehr verschiedenen Leistungen betrugen durchschnittlich nur etwa zwei Fünftel jener der freien Arbeiter, wennschon sie an einigen wenigen Baustellen die Leistungen solcher voll erreichten.

In diesen schweren Jahren, in denen die Ernährung des Volkes, des Heeres und der Gefangenen vorher nie geahnte Schwierigkeiten bot, handelte es sich weniger als je darum, unter welchen Umständen, sondern daß überhaupt mehr produziert würde. Im besonderen die Beschaffung der hiebei aufzuwendenden Staatsmittel durfte nur eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle spielen. Aus dieser Sachlage heraus wurden jene Kulturunternehmungen, die in erster Linie eine Steigerung und Verbesserung der Bodenerträge zur Folge hatten, also besonders die reinen Ent- und Bewässerungsanlagen schon im Februar 1915 staatlicherseits als kriegswichtige Unternehmungen erklärt und zur Anreizung der Landwirte mit sogenannten „Kriegszuschüssen" von 30 Prozent der Ausführungskosten bei genossenschaftlicher Herstellung und von 25 Prozent bei Ausführung durch einzelne Grundbesitzer bedacht, und zwar ohne Rücksicht auf die Höhe der Kreiszuschüsse, während die Bach- und Flußinstandhaltungsunternehmungen hinsichtlich der Höhe der zu gewährenden Staatszuschüsse in der vor dem Kriege geübten Weise behandelt wurden. Die für diese freiwilligen Staatsleistungen notwendigen Geldbeträge brauchten im Gegensatz zur Vorkriegszeit nicht haushaltmäßig angefordert werden. Es stand für die Jahre 1916 und 1917 der nach Bedarf überschreitbare Betrag von 1 Million Mark auf Rechnung des allgemeinen Staatsanlehens und für die Jahre 1918 und 1919 die ebenfalls nach Bedarf überschreitbare Willigung im außerordentlichen Staatshaushalt im Betrage von 3 Millionen Mark zur Verfügung.

Insgesamt wurden während der Kriegsjahre von den Kulturbauämtern rund 4000 Kulturunternehmungen mit einer Fläche von etwa 18000 ha und einem Kostenaufwand von rund 10 Millionen Mark zu Ende geführt, ein beachtenswertes Ergebnis, wenn, abgesehen von den schon oben erwähnten Schwierigkeiten, noch in Betracht gezogen wird, daß einzelne Ämter wegen Personalmangels zeitweise vollständig geschlossen werden mußten und die übrigen nur mit einer ungenügenden Zahl von teilweise ungeschulten Arbeitskräften ausgestattet waren.

An einen weiteren Ausbau des Kulturbaudienstes konnte während des Krieges natürlich nicht gedacht werden. In organisatorischer Beziehung hatte dagegen der am 1. Mai 1917 erfolgte Übergang des staatlichen Tiefbaues von der inneren an die Verkehrsverwaltung insoferne eine Rückwirkung auf den Kulturbau, als der beim Ministerium des Innern verbliebene Wildbachverbauungsdienst der Kulturbauverwaltung angegliedert wurde.

Die volks- und landwirtschaftlich gleichfalls sehr bedeutende Tätigkeit dieses Zweiges der Bauverwaltung, der sich mit der Bändigung stark fallender, geschiebeführender Bergwasserläufe und verschiedener hochwassergefährlicher Flüsse befaßt, läßt sich teilweise statistisch weniger leicht ermitteln wie die des reinen Kulturbaudienstes, wird aber technisch demnächst anderweitig gewürdigt. (Schluß folgt.)

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Einstellung des Talsperrenbaues bei Triberg. Der große Talsperrenbau oberhalb Triberg, über der Höhe der bekannten Triberger Wasserfälle, mußte infolge der Geldentwertung in letzter Zeit mitten in seinen Vorbereitungen abgebrochen werden. Das Projekt wäre berufen gewesen, die gesamte Energieversorgung des mittleren Schwarzwaldes mit den angrenzenden württembergischen Landesteilen auf eine neue Grundlage zu stellen. Nachdem aber die voraussichtlichen Kosten unter den heutigen Umständen sich auf eine Milliarde stellen werden, mußten die beteiligten fünf Gemeinden, die Städte Triberg, Hornberg, St. Georgen und Furtwangen sowie die Gemeinde Schönach auf eine Ausführung zunächst verzichten. Die bisherigen Vorarbeiten, die schon erheblich gediehen waren, haben 770000 Mk. gekostet. Die treibende Kraft für diesen Talsperrebau war Bürgermeister de Pellegrini-Triberg.

Wasserkraftanlage Fröndenberg/Ruhr. Die Gemeinde Fröndenberg plante schon vor dem Kriege zur Erweiterung ihrer bereits bestehenden Stromerzeugungsanlagen — Dampfkraftwerk Fröndenberg und Wasserkraftanlage Wickede — den Bau einer weiteren Wasserkraftanlage in der Ruhr bei Fröndenberg. Nach Beendigung des Krieges, am Anfang des Jahres 1921 wurden die Siemens-Schuckertwerke mit der Bearbeitung des Entwurfes beauftragt. Durch Abänderung der Lage des Wehres und des Krafthauses wurde gegenüber einem früheren Entwurf eine Verringerung der Baukosten bei gleichzeitiger Erhöhung der Leistung und eine restlose Ausnutzung des Ruhrgefälles zwischen der oberen und unteren Gefällsstufe — Wasserkraftanlage Baduhild und Wasserwerk Gelsenkirchen — erzielt. Die Leistung der Kraftanlage beträgt bei einem Nutzgefälle von sieben Metern und bei dem Einbau von drei Francis-Turbinen mit zusammen 50 cbm Schluckfähigkeit 3600 PS. Im Mai 1921 wurde mit den Bauarbeiten begonnen. Der bauliche Teil wurde von der Siemens-Bauunion ausgeführt, während die Turbinen von J. M. Voith, das Segmentwehr von der Berliner A.-G. für Eisengießerei und Maschinenfabrikation, früher J. C. Freund & Co., mit Louis Eilers-Hannover als Unterunternehmer, die Generatoren und elektrischen Anlagen von den Siemens-Schuckertwerken geliefert wurden. Bei den Bauarbeiten wurde zunächst mit den Gründungsarbeiten am Wehr und am Kraftwerk begonnen, die möglichst vor Eintritt der Winterhochwasser fertigzustellen waren. Es gelang auch, diesen Zeitpunkt einzuhalten, so daß die im Winter 1921/22 sehr stark auftretenden Hochwasser keinen wesentlichen Schaden an diesen Bauwerken anrichten konnten. Gleichzeitig wurde mit den Baggerarbeiten für Untergraben und Obergraben begonnen. Im Frühjahr 1922 wurde der Hochbau des Krafthauses, die 1800 m langen und 7 m hohen Dämme und

Digitized by Google

die Aufstellung des Wehres in Angriff genommen. Die Gesamtanlage soll im Frühjahr 1923 dem Betrieb übergeben werden.

Wasserkraftanlage Beaumont-Monteux an der Isère. Ende letzten Jahres ist nach fünfjähriger Bauzeit das neue Wasserkraftwerk Beaumont-Monteux am unteren Lauf der Isère (3 km oberhalb deren Mündung in die Rhone) im ersten Ausbau dem Betrieb übergeben worden. Das quer durch den Fluß erstellte Wehr hat 134 m Gesamtlänge und sechs Öffnungen von 17,5 m, die durch 10 m hohe Stoney-Schützen abgeschlossen sind. Die Wasserfassung ist direkt oberhalb des Wehres, parallel zur Flußaxe, erstellt und mit einem 145 m breiten Rechen versehen; von dort führt, nahezu parallel zum Fluß, ein 1600 m langer Oberwasserkanal von 32 m Sohlenbreite und 4,6 m Wassertiefe, berechnet für eine maximale Wasserführung von 328 m³/sec., zum Maschinenhaus, wo ein Gefälle von 11,2 m bei Niederwasser und 6,8 m bei Hochwasser zur Verfügung steht. Im vollen Ausbau wird das Maschinenhaus sieben vertikalachsige Einheiten zu 5600 bis 6400 PS. bei 10,2 bis 11,3 m Gefälle, 50 m³/sec. und 107 Uml./min. enthalten. Gegenwärtig sind vier Gruppen eingebaut. Sie bestehen aus Francis-Turbinen der „Ateliers Neyret-Beylier et Piccard-Pictet" mit 4 m größtem Laufrad-Durchmesser und Drehstromgeneratoren für 6200 V., 60 Per. der „Compagnie française Thomson-Houston". Die Energie wird mit einer Spannung von 120 000 V. nach den Industriegebenden von Saint Etienne und Saint Chamond geleitet. („Revue-Générale de l'Electricité" vom 27. Mai 1922.)

Wasserkraftausnützung in Peru. Ein schweizerisches Syndikat, dem u. a. die „Columbus" A.G. für elektrische Unternehmungen und die Motor A.G., beide in Baden, zwei schweizerische Banken und die Banco Italiano in Lima, angehören, hat 500 000 Lstr. Prioritätsaktien der Lima Light, Power & Tramways Co. in Lima übernommen, dessen Kapital 1 500 000 L. p. beträgt. Die Gesellschaft beabsichtigt, ihre Anlagen zu modernisieren und auszubauen, wobei die gesamten elektrischen Einrichtungen von der Brown, Boveri & Co. A.G. in Baden geliefert werden sollen. Die Projektierung und Bauleitung der hydraulischen und Kraftübertragungs-Anlagen wird der „Motor" A.G. anvertraut werden.

Erschließung neuer Wasserkräfte in den Vereinigten Staaten. Von neueren teils noch im Entwurfszustande sich befindenden, z. T. bereits vor unmittelbarer Inangriffnahme der Arbeiten stehenden Wasserkraftanlagen in den Vereinigten Staaten sind insbesondere folgende bemerkenswert: Mit der Ausnützung der gewaltigen Kräfte des St. Lorenzstromes beschäftigten sich vier verschiedene Projekte, welche z. Zt. den zuständigen Stellen zur Überprüfung vorliegen; der erste vom Ministerium für öffentliche Arbeiten von Kanada und der Regierung der U.S.A. gemeinsam ausgearbeitete Entwurf sieht die Errichtung von einem Kraftwerk von 1,5 Mill. PS Leistung und Kanalisierung der übrigen Flußstrecke vor. Die hydro-elektrische Kommission von Ontario hat einen mit dem vorerwähnten im Wesen übereinstimmenden Entwurf ausgearbeitet, plant jedoch noch ein Zusatzwerk, durch welches weitere 100 000 PS gewonnen werden können. Die New York und Ontario Power Co., Waddington, will eine größere Anzahl Staudämme errichten und auf diese Weise mehr als 1,5 Mill. PS gewinnen. H. L. Cooper hat endlich einen Entwurf für die Ausnützung der ganzen Flußstrecke in vier Stufen ausgearbeitet; sein Entwurf soll sich auf an Ort und Stelle ausgeführten Sondierungsarbeiten stützen, im Laufe derer festgestellt wurde, daß an den gewählten Stellen irgendwelche Gründungsschwierigkeiten für die Wehranlagen nicht zu befürchten sind; dagegen weist er auf die Schwierigkeiten hin, welche bei den anderen Entwürfen zufolge Eisgang zu erwarten sind. H. G. Arces empfiehlt in Zusammenhang mit dieser Frage die Ausführung von Versuchen über die Anwendung einer elektrischen Heizung des Wassers in der Nähe von Kraftwerken zur Begegnung der Eisgefahr.

Die Western States Gas and Elektrice Co. erhielt die Bewilligung zum Bau eines neuen Kraftwerkes am American River, 16 km oberhalb deren bereits bestehender Anlage, wobei gleichzeitig auch die Errichtung von Speicheranlagen an einigen Zubringern beabsichtigt ist; das neue Kraftwerk wird eine Leistung von 100 000 PS aufweisen; der günstige Einfluß der Speicheranlagen äußert sich überdies in einer Erhöhung der Leistung der schon bestehenden Anlage um 56 000 PS.

Die Southern Power Co. beginnt mit dem Bau von zwei neuen Werken am Catawbafluß; das eine, welches in Verbindung mit einem schon bestehenden Kraftwerke von 40 000 PS Leistung errichtet wird und dessen Staudamm mitbenützt, erhält drei Maschineneinheiten von je 18 750 kVA; die ganze Bauzeit wird mit nur 12 Monaten angenommen. Im zweiten Werk werden vier Einheiten von je 18 750 kVA aufgestellt, so daß dasselbe nach der in zwei Jahren erhofften Fertigstellung die zweitgrößte Anlage genannter Gesellschaft sein wird. Die Gesellschaft war in der letzten Zeit zufolge Vollbelastung aller ihrer Anlagen nicht mehr in der Lage, neue Anschlüsse vorzunehmen.

Die Manitoba Power Co. endlich, errichtet am Winnipegfluß ein neues Kraftwerk mit zunächst zwei Maschineneinheiten von je 28 000 PS Leistung, welches bis auf 168 000 PS erweiterungsfähig sein wird.

Die Wasserkräfte Indiens. Im Jahre 1918 hat die indische Regierung ihren elektrotechnischen Berater, den Chef-Ing. J. W. Meares, mit der Einrichtung eines hydroelektrischen Überwachungsdienstes in Indien betraut, der über die Ergebnisse seiner dreijährigen Tätigkeit auf diesem Gebiet kürzlich berichtet hat. Nach diesem Bericht erstreckt sich die Aufsicht des hydroelektrischen Dienstes über ein Gebiet von 18 Mill. Quadratmeilen, von welchem etwa 1 Mill. Quadratmeilen unter englischer Verwaltung stehen. In diesem Gebiet sind derzeit Wasserkraftwerke von zusammen 213 000 kWh Leistung im Betriebe, während Wasserkraftanlagen von zusammen 56 000 kWh Leistung sich im Ausbau befinden. Wesentlich größer sind die Leistungen, die aus den Wasserläufen Indiens nach den Studien Meares bei restloser Verwertung gewonnen werden könnten. Er beziffert sie bei Beschränkung der Betriebswassermenge auf das absolute Niederwasser (vollständig konstante Leistung) mit 5,5 Mill. kWh, beim Ausbau auf die nur 14 Tage während eines Durchschnittsjahres unterschrittene (normale Niederwasser-) Leistung auf 7,5 Mill. kWh und bei Verwertung aller Wassermengen bis zum sechsmonatlichen Betriebswasser mit 12 Millionen kWh. Die Größe dieser Werte erhellt aus der Feststellung, daß die dem Ausbau auf das absolute Niederwasser entsprechende Jahresleistung 48 180 Mill. kWh beträgt, welche Energiemenge neunmal so groß ist, als die gegenwärtige Jahreserzeugung in sämtlichen öffentlichen Elektrizitätswerken Großbritanniens. Der Bericht des hydroelektrischen Überwachungsdienstes gibt der Erwartung Ausdruck, daß im Hinblicke auf die erheblichen und leicht verwertbaren Wasserkräfte in Indien eine intensive Entwicklung der Industrie und eine rege Tätigkeit der Elektrotechnik platzgreifen werde.

(„E. u. M." nach „The Manchester Quardian Commercial," 23. Febr. 1922.)

Bahnelektrisierung

P.G. **Elektrisierung der Bundesbahnen in der Schweiz.** Laut einem Bericht der Generaldirektion der Bundesbahnen sind bis jetzt 357 km (darunter die bekannte Gotthardlinie) bereits elektrisiert. Auf 239 km werden erst im Laufe 1923 und 1924 die Elektrisierungsarbeiten beendigt werden. Bis Herbst 1926 sollen 877 km oder rund ein Drittel des Bundesbahnnetzes elektrisiert werden. Die Elektrisierung dieser Linien wird rund 350 Millionen Franken kosten, wozu noch 128 Millionen Franken für Rollmaterial hinzukommen. Die Totalsumme beträgt somit 478 Millionen Franken, wovon bis Ende 1922 300 Millionen Franken verausgabt wurden. Von den 178 Millionen Franken, die in den Jahren 1923—1926 für die Elektrisierung ausgegeben werden, entfallen 50 Millionen Franken auf elektrische Lokomotiven. Die Kohlenersparnis auf den bis

Digitized by Google

Ende 1926 elektrisierten Linien bei einer Intensität des Verkehrs, wie 1913, wird 318 000 Tonnen betragen, was 45,4 Proz. des gesamten Kohlenverbrauches der Bundesbahnen im Jahre 1913 entspricht, der 700 000 Tonnen ausmachte. Bei der Elektrisierung weiterer Bahnlinien müssen in erster Linie solche Strecken gewählt werden, die von den erbauten oder im Bau befindlichen Wasserkraftwerken Ritom, Amsteg und Barberine den für den Betrieb nötigen Strom erhalten können. Die beiden ersten Werke dienen für den Betrieb der Gotthardlinie, sowie der noch zu elektrisierenden weiteren Strecken um den Zürichsee. ebenso wie der Linie Zürich-Bern.

Von der Barberine-Zentrale wird die bis Herbst 1923 zu elektrisierende Linie Sitten-Lausanne sowie die Linie Lausanne-Vallorbe Strom erhalten. Die Elektrisierung weiterer westschweizerischer Bahnlinien kann jedoch vor dem kompletten Ausbau der Barberine-Zentrale und der Erhöhung der Staumauer nicht vorgenommen werden. Die Elektrisierung der Linie Lausanne-Genf wird erst 1925 und der Linie Lausanne-Bern erst 1927/28 geschehen können, insbesondere auch, weil auf der letzteren Strecke zahlreiche Brücken umgebaut werden müssen.

Was das Rohmaterial betrifft, so werden im Jahre 1923 22 und 1924 20 elektrische Lokomotiven zur Ablieferung kommen. Weitere 20—25 elektrische Lokomotiven sollen zur Ablieferung in den Jahren 1925—1926 bestellt werden. Die Kosten der Lokomotiven sind ganz bedeutend heruntergegangen. Sie betrugen im Jahre 1922 6 Franken pro kg gegenüber 8,7 Franken im Jahre 1920. Auch Wasserturbinen. die 1920 3,1 Franken per kg kosteten, stellten sich 1922 auf nur 2 Franken per kg, was allerdings im Vergleich mit 1913 einem Aufschlag von 100 Prozent entspricht. In Zukunft werden sich die Elektrisierungskosten noch billiger stellen, während die Elektrisierung der Gotthardlinie, die mit der Zeit der größten Teuerung zusammenfiel. die meisten Aufwendungen erforderte.

Kurze Nachrichten

Wasserkraftnutzung.

München. Die Kögl-Mühle G. m. b. H. hat um die Genehmigung zur besseren Ausnützung ihrer Wasserkraft durch Einbau einer Francisturbine nachgesucht. — **Andelshofen.** Die Stadt Überlingen beabsichtigt. die beiden hiesigen Weiher an der Owingerstraße zu vereinigen und zu einem Stauwerke behufs Gewinnung von elektrischer Kraft auszubauen. — **Calw.** In der Verbandsversammlung des Gemeindeverbandes Elektrizitätswerk Teinach unter dem Vorsitz von Stadtschultheiß Müller-Neubulach wurde die Frage der Erwerbung und des Ausbaues der Wasserkraftanlage im oberen Enztal behandelt. — **Mülheim** (Ruhr.) Die Stadtverwaltung beabsichtigt, zur Ausnutzung der Wasserkraft der Ruhr ein elektrisches Kraftwerk anzulegen. Kosten 50 Mill. Mark. — **Northeim** (Hann.) Der Kreis Northeim beabsichtigt, zur Ausnutzung der Wasserkräfte der Rhume ein Wasserkraftwerk mit einem Kostenaufwand von 30 Mill. Mark zu errichten. — **Jastrow** (Westpreußen). Von einem Elektrizitätsunternehmen wird die Ausnutzung der in der Rüddow bei Flederborn-Jastrow zur Verfügung stehenden Wasserkraft geplant. — **Warendorf.** Der hiesige Kreisinnungsausschuß verhandelte über die Elektrizitätsversorgung der Stadt. Es soll ein großes Wasserkraftwerk gebaut werden. — **Wunstorf** (Hann.) Wie in Hannover die Wasserkraft des Schnellen Grabens für die Gewinnung elektrischer Energie nutzbar gemacht ist, so will die Stadt Wunstorf eine an der Aue bei der Domäne Blumenau belegene Mühle ausnutzen. — **Penzlien** (Mecklbg.). Die Stadtverordneten beschlossen, durch den Bau einer Turbinenanlage die Wasserkraft des Mühlenbachs zur Elektrizitätsversorgung auszunützen. — **Schönebeck** (bei Magdeburg). Zur Elektrisierung der Wasserwerke wurde die Aufnahme einer Anleihe von 1 Mill. Mark beschlossen. — **Eschwege.** In der letzten Stadtverordnetensitzung ist u. a. beschlossen worden, die Döhlesche Werra-Wasserkraft zu erwerben. — **Erfurt.** Der Magistrat der Stadt Erfurt beantragt die Aufnahme einer Anleihe zur Ausführung umfangreicher Erweiterungsbauten des städtischen Gas-, Elektrizitäts- und Wasserwerkes. — **Zweibrücken.** Gegenwärtig werden in Zweibrücken an der sog. Ritterschen Mühle bei Bliesbrücken umfangreiche Wasserbauten durchgeführt. Dieselben dienen für ein modernes Wasserkraftwerk, das die Firma Ritter Söhne, G. m. b. H., Herbitzheim, errichten läßt. — **Glogau.** Das hiesige Elektrizitätswerk beabsichtigt, eine Wasserkraftanlage zu errichten. — **Würzburg.** Die alte Mainmühle soll durch Einbau einer Turbine zu einer Wasserkraftanlage ausgebaut werden. — **Eisenach.** Für die Stadt Eisenach und den Eisenacher Landkreis besteht Aussicht auf Verwirklichung des Planes zur Ausnutzung der Wasserkräfte der Werra. Stadtkreis und Industrie planen die Errichtung eines Kraftwerkes bei Frankenroda mit 17 Millionen Kilowattstunden jährlich. Dazu würde ein zwei Kilometer langer Tunnel benötigt. Mit dieser Strommenge könnte dann ganz Westthüringen versorgt werden. Der Eisenacher Stadtrat bewilligte 100 000 Mark für die Vorarbeiten. — **Görwihl** (Baden). Die drei Hotzenwaldgemeinden Hartschwand, Rotzingen und Burg beschäftigen sich zurzeit mit der Errichtung einer eigenen Wasserkraftanlage unter Berücksichtigung des Höllwassers auf der Gemarkung Burg. — **Wiesbaden.** Auf dem Nassauischen Kommunallandtag wurde beschlossen, Bezirksverwaltung und Landesausschuß zu ersuchen, mit größter Beschleunigung die Ausnützung der Lahnwasserkräfte zu betreiben. — **Irrel** (Rhld.). Der Fabrikbesitzer Franz Schaab in Trier hat den Antrag gestellt, die Wasserkräfte der Prüm an den Wasserfällen zwischen Prümzurlay und Irrel auszunützen.

Verschiedenes

Akademische Auszeichnung. Die technische Hochschule in Karlsruhe hat Herrn Ingenieur Otto Böhringer, Mitinhaber der bekannten Armaturen- und Wassermesserfabrik Bopp & Reuther in Mannheim-Waldhof in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die konstruktive und fabrikatorische Entwicklung des Armaturenbaues. die Ehrenwürde eines Doktor-Ingenieurs verliehen. Herr Dr. ing. h. c. Otto Böhringer ist in Göppingen geboren (sein Vater war der Gründer der Werkzeugmaschinenfabrik Gebr. Böhringer in Göppingen) und machte seine Studien an der technischen Hochschule in Stuttgart, um dann nach mehrjähriger Tätigkeit als Ingenieur im In- und Auslande im Jahre 1894 bei der Firma Bopp & Reuther einzutreten. Er ist der Schwiegersohn des Gründers dieser Firma und übernahm seinerzeit die Einrichtung und Leitung der Wassermesserfabrikation. Auf diesem Fachgebiet hat er sich durch wesentliche Verbesserungen der verschiedenen Wassermessertypen einen Namen gemacht. Bei der Einrichtung des durch Herrn Geheimen Oberbaurat Dr. ing. Rehbock errichteten Flußbaulaboratoriums in der technischen Hochschule in Karlsruhe hat Herr Böhringer seine langjährigen Erfahrungen in den Dienst dieses wissenschaftlichen Instituts gestellt. Bdt.

Eine Weltkonferenz für Kraftquellen. Im Sommer 1924 soll in London eine Weltkonferenz für Kraftquellen abgehalten werden. zu welchem Zweck die „British Electrical and allied Manufacturers Association" ein Organisationskomitee niedersetzte, das bereits Einladungen an die verschiedensten interessierten Länder ergehen ließ. Zweck der Konferenz ist, darüber zu beraten, wie die Kraftquellen der Welt am besten in nationaler und internationaler Beziehung ausgenutzt werden können. Beratungsgegenstände sind u. a. der natürliche Reichtum eines jeden Landes an Kraftquellen, sowohl Wasserkraft wie Öl und andere Feuerungsstoffe; ferner Austausch von Erfahrungen über Anwendung der natürlichen Kraftquellen in Landwirtschaft. sowie bei Land-, Luft- und Wasserbeförderung.

Vorgeschlagene Eindolderung an der Küste Istriens. Bei Capodistria (südlich von Triest) breiten sich 3 qkm aufgelassene Salinen, die sich größtenteils dauernd einige Dezi-

Digitized by Google

meter über dem Seespiegel erheben, 4 qkm unter dem Hochwasserspiegel der Adria liegende Sümpfe und 1,5—1,8 qkm nur zeitweise vom Meere überschwemmte Wiesen und Felder aus. Dieses Gebiet bringt nicht nur kaum einen Nutzen, es gefährdet sogar die Umwohner, denn die Larven der Malaria-Stechmücken, die im Salzwasser nicht leben können, gedeihen in den Süßwassertümpeln, die auf den Salinenflächen entstehen. Ingenieur Dr. E. Gerosa in Capodistria schlägt im „Monitore Tecnico" Nr. 11 und 12 (1921) vor, durch einen ins Meer geschütteten Damm, dessen Fuß 1,5 bis 2 m unter Wasser käme, das ganze Gebiet vom Meer abzutrennen und dasselbe aufzulanden, teils durch die Sinkstoffe der Hochwässer der Küstenflüßchen Risano und Cornalunga, teils durch Baggergut, teils durch das Erdreich eines mitten im Gebiete gelegenen Hügels. Die erhöhten Flächen will er durch Gräben genügend trocken halten und schließlich am Damm zwei Schöpfwerke errichten, die das Grabenwasser, wenn nötig, in die See überwerfen. Er schätzt die Kosten auf 6 Millionen Lire, denen ein Grundgewinn und eine Preissteigerung von insgesamt 6¾ Millionen Lire gegenüberstehen sollen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die italienische Regierung sich veranlaßt sieht, zugunsten des neugewonnenen Landesteils einen solchen Bau zu fördern. — Ähnliche Trockenlegungen in geringerem Umfange würden sich auch bei den ehemaligen noch näher bei Triest befindlichen Salinen von Muggia und Zaule empfehlen, wo es sich um 2 qkm bezw. um 1,5 qkm Land handeln würde. Fr.

Elektrisieren oder elektrifizieren? Die Worte „elektrifizieren" und „Elektrifikation" sind in Deutschland glücklicherweise nicht Sprachgebrauch geworden; trotzdem begegnet man in Zeitungen und Zeitschriften immer wieder diesen umständlichen Wortbildungen, allerdings meist nur, wenn von der „Elektrifikation" in Österreich und der Schweiz, wo sich diese Worte schon eingebürgert haben, die Rede ist. Es ist deshalb angebracht, an die folgende schon einige Jahre zurückliegende Äußerung des „Allgemeinen Deutschen Sprachvereins", der sich um die Reinigung der deutschen Sprache schon große Verdienste erworben hat, zu erinnern: „Unter der Elektrisierung der Eisenbahnen versteht man die Einführung des elektrischen Betriebs an Stelle des Dampfbetriebs. Das ist ein neuer Begriff. Will man diesen mit einem Wort ausdrücken, so ist „elektrisieren" ein einfacher und sofort verständlicher Ausdruck, gegen den sprachlich nichts einzuwenden ist. „Elektrisieren" bedeutet Elektrizität erregen oder mitteilen, übertragen. Man kann also die Übertragung der elektrischen Kraft auf den Betrieb der Eisenbahn recht wohl damit bezeichnen. Mit aller Kraft soll man sich aber gegen ein neues Fremdwort wenden, das von einigen Elektrotechnikern angewandt wird: elektrifizieren (Elektrifikation). Dies ist eine Nachahmung des englischen: electrify (electrification). Das englische Wort hat ganz dieselbe Bedeutung wie elektrisieren. Wozu sollen wir ein langes, schleppendes Fremdwort neu einführen, während wir ein kürzeres Wort von derselben Bedeutung schon lange gebrauchen? Wir haben wahrhaftig mehr als genug von diesen langweiligen Zeitwörtern auf „fizieren", wie glorifizieren, identifizieren, justifizieren, klassifizieren, notifizieren, rektifizieren. Sollen wir etwa nach dem Muster von elektrifizieren auch magnetisieren, d. h. magnetisch machen, in Magnetifizieren verändern? Wenn alle Wörter, die ein „Machen" (lat. facere) ausdrücken, diese Endung erhalten sollten, dann müßten wir in Zukunft sagen: aquarellifizieren, frankifizieren, pulverifizieren usw. Davor behüte uns der gute Geist unserer Sprache."

Wir bringen diese uns eingesandte Notiz zum Abdruck, da es sich hier um eine wirkliche Vereinfachung im Sprachgebrauch handelt, während es gerade auf technischem Gebiet Fremdwörter gibt, die zuweilen doch nicht vermieden werden können, trotz aller Vorschläge von „Verdeutschungseiferern". (Die Schriftltg.)

Russische Generatoren-Bestellungen im Auslande. Da die Arbeiten an dem Wolchow-Wasserkraftwerk, das für die Stromversorgung Petrograds gebaut wird, vorwärts schreiten, hat das Präsidium des Oberen Wirtschaftsrates kürzlich die Frage der Bestellung von Generatoren für dieses Werk behandelt. Die Bauleitung wollte zuerst sämtliche acht Generatoren à 9000 KVA. im Auslande bestellen, da solche große Einheiten bis jetzt in Rußland noch nicht gebaut wurden. Die Petrograder Maschinenfabriken haben jedoch in einer Eingabe dargelegt, daß sie durchaus in der Lage sind, sämtliche erforderlichen Generatoren zu bauen und die rechtzeitige Ablieferung zu garantieren. Die ersten Generatoren können sogar aus den schon vorhandenen Vorräten an Materialien gebaut werden. Das Präsidium hat nach Prüfung der Angelegenheit gemäß dem Vorschlag der Bauleitung folgenden Beschluß gefaßt: Vier Generatoren sind sofort im Auslande zu bestellen und zwei an die russischen Maschinenfabriken zu vergeben. Die restlichen zwei Generatoren sollen von der Bauleitung später nach ihrem Ermessen vergeben werden. Schreiten die Arbeiten an den ersten zwei russischen Generatoren befriedigend vor, so erhalten die russischen Fabriken den Auftrag auch auf die zwei weiteren Generatoren, andernfalls die letzteren an ausländische Fabriken vergeben werden. Es handelt sich dabei um vertikale Generatoren zur direkten Kuppelung mit einkranzigen vertikalen Francis-Turbinen von 11 500 PS. (für 11,5 m Gefälle), die jetzt von der Karlstads Mekaniska Verkstad Aktiebolaged in Kristihamn gebaut werden. Fünf dieser Turbinen müssen bis Ende 1924 abgeliefert werden.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftnutzung. Der Stoßverlust des Wassers beim Eintritt in Schaufelsysteme. Von Prof. Dr. Ing. D. Thoma, München. „Schweiz. Bauztg.", 1922, Nr. 8, S. 83—84, 4 Abb. (Beweis für die Richtigkeit und Gültigkeit der Zeunerschen Formel über den Verlust an hydraulischer Druckhöhe bei dem nicht „stoßfreien" Eintritt des Wassers in das Laufrad einer Turbine, unter der Voraussetzung gerader Laufradschaufeln und daß die lokalen Druckänderungen nicht bis zu den Leitschaufelenden zurückweichen.)

— Kongreß zum Ausbau der Wasserkräfte und Wasserstraßen im Südwesten Frankreichs. (Bordeaux, 17.—22. Juni 1922). Von Auguste Pawlowski. „Le Génie Civil" 1922, 81. Bd., Nr. 3, S. 69—70, Nr. 4, S. 87—92; Nr. 5, S. 110—113. (Bericht über den volkswirtschaftlichen Nutzen des Ausbaues der Häfen, Wasserläufe und Wasserkräfte im Südwesten Frankreichs.)

Abwasserbeseitigung. Wasser und Abwasser im Lippegebiet. Von Baudirektor Helbing, „Zeitschr. d. D. Wasserwirtsch.- und Wasserkraftverbandes" 1922, Nr. 8, S. 127—133. (Auszug aus einer Denkschrift zur Gründung einer Lippe-Genossenschaft.)

Talsperren. Die Tirsotalsperre in San Chiara d'Ula (Sardinien). Von P. C. „Le Génie Civil" 1922, 81. Bd. Nr. 4, S. 72—82, mit 12 Abb. und 1 Tafel. (Beschreibung der 225 m langen und 416 Mill. cbm fassenden Sperre. Zwischen dem Widerlagspfeiler ist ein Wasserkraftwerk mit 30 000 PS. eingebaut.)

Wasserbau. Über Schwerkraftspannungen in Rohrleitungen von großen Durchmessern und deren rationelle Konstruktion. Von Ing. Karl J. Karlsson, Stockholm. „Schweiz. Bauztg." 1922, Nr. 10, S. 105—109, 8 Abb. (Genaue Berechnung der Rohrwandspannungen sowie Art und Berechnung einer sich daraus ergebenden neuen rationelleren Auflagerkonstruktion.)

— Über die Bewegung des Wassers in künstlichen und natürlichen Gerinnen. Von Ing. Dr. Putzinger, Salzburg. „Zeitschr. d. österr. Ing.- und Arch.-Vereins" 1922, Nr. 33/34, S. 158—161, 8 Abb. (Theoretische Angaben über Formänderungen strömender Flüssigkeiten.)

Digitized by Google

Wasserstraßen. Über Binnenschiffahrts-Verkehrswege und einige ihrer baulichen Anlagen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, östlich des Mississippi. Von Prof. K. E. Hilgard. „Die Rheinquellen" Nr. 5 und 6, 1922, S. 64 bis 77, 21 Abb. (Zusammenfassende Darstellung über den Bau von Schiffahrtskanälen und die Schiffbarmachung von Flüssen im Zusammenhang mit dem Bau von Schleusen, Wehren, Hafenanlagen, Talsperren u. Wasserkraftanlagen.)

Besprechungen

„Technischer Index." (Jahrbuch der Technischen Zeitschriften-, Buch- und Broschürenliteratur.) Auskunft über Veröffentlichungen in in- und ausländischen technischen Zeitschriften und über den technischen Büchermarkt, nach Fachgebieten, mit technischem Zeitschriftenführer. Herausgegeben von Heinrich Rieser. Ausgabe 1921. (Über die Literatur der Jahre 1918 bis 1920.) Band VI/VII. Verlag: Carl Stephenson, Wien IV, Trappelgasse Nr. 3. Preis kartonniert M. 200.—, gebunden M. 280.—.

Endlich nach dreijähriger Pause liegt der Anschlußband dieses für die technische Welt so wichtigen Nachschlagewerkes vor. Dadurch wird zunächst die bisher bestandene Lücke im Nachweis der Jahre 1918 bis 1920 ausgefüllt und eine Übersicht über alle während dieser drei Jahre geschaffenen technischen Erfindungen, Neuerungen usw. geboten. Der vorliegende Band enthält den wie immer außerordentlich praktisch angeordneten Nachweis der technischen Zeitschriften-, Buch- und Broschürenliteratur dieser Jahre, eingeteilt nach den verschiedenen Fachgebieten, Gruppen und Untergruppen, so daß das Auffinden jeder gewünschten Materie auf die einfachste Art möglich ist. Eine Aufstellung der technischen Zeitschriften mit allen gewünschten Details bietet eine willkommene Ergänzung.

Die Vorzüge dieses für jeden Techniker und jeden technischen Betrieb unentbehrlichen Hilfswerkes, seine Übersichtlichkeit und Genauigkeit sind bereits bei den früheren Jahrgängen eingehend gewürdigt worden. Es genügt wohl die Feststellung, daß die Benützung dieses Buches für jeden Fachmann tatsächlich eine unschätzbare Ersparnis an Zeit, Mühe und Kosten bereitet. Heute mehr denn je benötigt die Technik eine zusammenfassende Übersicht über alle Errungenschaften und Neuerungen ihres Gebietes, die sich hier unmittelbar in den literarischen Arbeiten abspiegeln. Die umständliche Kartothekisierung, welche bei den in Zeitschriftenform erscheinenden Literaturnachweisen notwendig ist, und die Übersichtlichkeit beeinträchtigt, entfällt bei diesem Nachschlagewerk völlig.

Freudig zu begrüßen ist eine Verbesserung des Drucks und der Ausstattung gegenüber den früheren Bänden, auch die Abgabe gebundener Bände wird willkommen sein. Das Nachschlagewerk soll nun regelmäßig jährlich einmal erscheinen. Für die nächste Ausgabe werden bereits verschiedene Neuerungen angekündigt; so werden nunmehr auch die fremdsprachigen Zeitschriften in immer stärkerem Maße zur Bearbeitung herangezogen werden. Ein Anhang mit Verzeichnissen der wichtigsten technischen Lehranstalten, Ämter, Bibliotheken und Vereine soll dem nächsten Bande beigefügt werden.

Jedenfalls scheint der neue Verlag, der den „Technischen Index" übernommen hat, die außerordentliche Ausbaumöglichkeit dieses einzigartigen technischen Hilfsbuches voll erkannt zu haben, und wenn ihm die Ausführung der von ihm angekündigten Erweiterungen gelingt, dürfte der „Technische Index" tatsächlich zu einem Standardwerk nicht nur der deutschen Technik, sondern der gesamten technischen Welt werden.

Beachten Sie unsere Mitteilung auf Seite 10

Digitized by Google

An unſere Leſer!

Infolge der ſtetig ſteigenden Papier- und Druckkoſten uſw. iſt es uns heute noch nicht möglich, für das laufende Vierteljahr einen beſtimmten Abonnementspreis feſtzuſetzen. Wir berechnen vorläufig Mk. 120.— für den Monat Januar. Auf jeden Fall möchten wir der Verſicherung Ausdruck geben, daß wir den Bezugspreis der „Waſſerkraft" ſo niedrig als möglich anſetzen.

Die hohen Porto- und Schreibkoſten verbieten es uns in Zukunft, für die geringen Beträge beſondere Rechnung zu verſenden. Wie bei anderen Zeitſchriften, iſt auch die Bezugsgebühr für die „Waſſerkraft" im vornhinein zu entrichten. Dieſer Nummer liegt eine Zahlkarte bei und bitten wir unſere Leſer, den Betrag von Mk. 120.— ſofort einzuſenden. Nach Ablauf von 14 Tagen werden wir ohne vorherige Benachrichtigung die nicht eingeſandten Beträge per Nachnahme erheben.

Richard Pflaum Verlag A.G. München.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 2 **München, 15. Januar 1923** **18. Jahrgang**

Die staatliche Landeswasserversorgung in Württemberg

Von Baurat Hannemann.

Der Bau zentraler Wasserversorgungsanlagen wird schon seit mehr als einem halben Jahrhundert in Württemberg vom Staate besonders gefördert, so daß von den rund 1900 Städten und Gemeinden, welche Württemberg zählt, bereits 1600 durch Einzelanlagen oder Gruppenversorgungen das lebenspendende Element zugeführt erhalten. Der Grundstein zu diesen Bauten wurde von dem geistvollen Baudirektor von Ehmann durch die Ausführung der weithin bekannten Abwasserversorgung gelegt. Der Bau der Landeswasserversorgung durch seinen zweiten Nachfolger, Oberbaurat Groß, gibt der großen Reihe glücklich gelöster Unternehmungen eine ebenso vollkommene Krönung. Die Planung und Ausführung der Landeswasserversorgung wurde veranlaßt durch die Notwendigkeit der Erschließung weiterer Wasserbezugsquellen für die vor Kriegsausbruch sich rasch entwickelnden Städte und Gemeinden im Herzen des Württemberger Landes, insonderheit der Hauptstadt Stuttgart. Insgesamt sind an die Anlage angeschlossen rund 100 Städte und Gemeinden mit zusammen rund 400 000 Einwohnern.

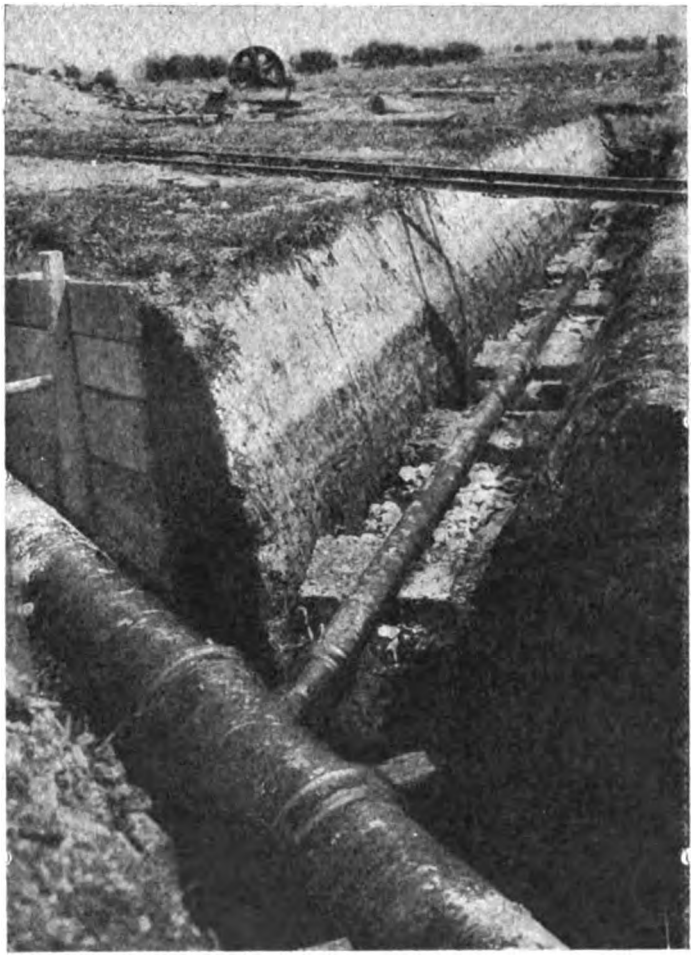


Abb. 1. Brunnenanschluß an die Heberleitung.

Die Wassergewinnung.

Der geologische Aufbau Württembergs ermöglicht es nicht, in der näheren Umgebung des Hauptversorgungsgebietes Wasser in einwandfreier Beschaffenheit und ausreichender Menge zu gewinnen. Als geeignetstes Gebiet, welches diesen Vorbedingungen entspricht, und bei welchem die Entnahme ohne besondere Schwierigkeiten allgemeiner Art, wie Einspruch sonstiger Wassernutzungsberechtigter und dergl., möglich ist, erkannte der Projektverfasser die Donauniederung 20 km östlich von Ulm zwischen Langenau und Sontheim. Gleich vielen Talniederungen größerer Flüsse führt auch diese einen kräftigen Grundwasserstrom in ihren 3—12 m mächtigen diluvialen und alluvialen Kies- und Sandschichten, aus welchen ihr Untergrund aufgebaut ist. Das Einzugsgebiet dieses unterirdischen Vorfluters ist die Schwäbische Alb, deren zerklüftete Gesteinsschichten die gefallenen Niederschläge leicht und reichlich in die Tiefe versickern lassen. Durch das Einfallen der die Alb aufbauenden Juraschichten nach Süden und Südosten werden die versickerten Niederschläge in der Richtung gegen die Donau abgeführt. Der sich dem Donautal entlang ziehende Albabbruch zwingt dieses Wasser, in die Höhe zu steigen und sich durch die Kies- und Sandschicht der Donauniederung zu bewegen. Auf seinem langen Wege macht das Wasser eine gründliche, natürliche Filtration durch, auch erhält es eine angenehme, gleichbleibende mittlere Temperatur von 9—10° C, so daß es von bester Beschaffenheit ist. In der Donauniederung selbst ist es durch eine auf der Kies- und Sandschicht lagernde ununterbrochene Lehm- und Lettenschicht von im Mittel 3 m Mächtigkeit gegen oberirdische Verunreinigungen geschützt. Das nahezu völlige Fehlen von Ansiedlungen in der Talniederung macht das gewählte Gebiet als Wassergewinnungsstätte besonders wertvoll. Die dem Bau vorangegangenen geologischen und hydrologischen Untersuchungen haben ergeben, daß das dem gewählten Entnahmegebiet entsprechende topographische Einzugsgebiet von rund 420 qkm mehr als 1000 Sek.-Liter in die Donauniederung abführt, und der hierdurch gespeiste Grundwasserstrom in zwei Strömungen verläuft, die eine parallel zum Albrand, die andere schräg zur Donau. Dementsprechend wurden zur Fassung der Wasser zwei Brunnenreihen nötig.

Die erste Fassung beutet den zum Albrand parallelen Strom durch 49 Brunnen aus, welche in gegenseitigem Abstand von 50 m erstellt sind. Sie erstreckt sich vom Bahnhof Niederstotzingen in südlicher Richtung gegen die bayerische Landesgrenze auf rund 2500 m Länge. Die Brunnen sind mit 1000 mm Lichtweite gebohrt, besitzen schmiedeeiserne Filterrohre von 500 mm Durchmesser und einen Filterkiesmantel von 25 cm Stärke. Die 175 mm lichte Weite Saugröhren reichen bis 1 m über Brunnensohle; sie sind in dem das Filterrohr abschließenden guß-

Digitized by Google

eisernen Kopf durch Stopfbüchsen geführt und durch Schieber einzeln ausschaltbar. Filterrohrkopf und Schieber sind in einem runden, verschließbaren Schacht von 1,50 m l. W. zugänglich gemacht, dessen Sohle und Umfangswand aus Beton bezw. Eisenbeton hergestellt und gegen eindringendes Grundwasser durch Zementbestrich mit Preolitzusatz gesichert sind. Ein mit Teer gemischter Lettenmantel von 25 cm Stärke soll diesen Schutz erhöhen. Die Brunnentiefen schwanken zwischen 6,5 und 16 m, die Mächtigkeit der wasserführenden Kies- und Sandschicht zwischen 3 und 13 m; die den Grundwasserträger schützende Lehm- und Lettenschicht ist 2,5 bis 5,5 m stark; infolge seines artesischen Auftriebes steigt das Grundwasser in den Brunnen in ungestörtem Zustand bis im Mittel 1 m unter Gelände. In 7 m Achsabstand von den Brunnen verläuft die Heberleitung, in welche die Brunnenzuleitungen unter 45° Grad scheiteltangential eingeführt werden. Durch die Förderstation wird diese Heberleitung in zwei ungleiche Zweige geteilt, von welchen der südliche 37 Brunnen, der nördliche 12 Brunnen verbindet. — Entsprechend der Brunnenzahl und Ergiebigkeit erweitert sich die Lichtweite der Heberleitungsäste von 200 auf 750 bezw. 300 auf 500 mm. Die Übergangsstücke sind so ausgeführt, daß die Scheitellinie vollständig gradlinig mit einer Steigung 1 : 3000 gegen die Förderstation verläuft. Die niederste Dauerergiebigkeit der ersten Fassung ist nach dem Ergebnis der Vorarbeiten mit 350 Sek.-Liter in Rechnung gestellt; ihre vorübergehende zulässige Höchstbeanspruchung ist zu 700 Sek.-Liter angenommen.

Die zweite Fassung dient zur Ergänzung der ersten, um auch Wassermengen bis 900 Sek-Liter nutzbar zu machen. Sie ist 5 km westlich von der ersten Fassung erstellt und faßt die schräg zur Donau gerichtete Grundwasserströmung ab, daher ist ihr Verlauf ein ostwestlicher. Ihre Länge beträgt rund 4000 m; sie besteht aus 77 Brunnen, welche ebenfalls in gegenseitigem Abstand von 50 m gebohrt sind. Der allgemeinen Anordnung nach ist die zweite Fassung ähnlich wie die erste ausgeführt; die Brunnen haben jedoch geringere Abmessungen und keinen Brunnenschacht. Die Brunnenbohrlichtweite ist 500 mm, der Filterrohr-Durchmesser 300 mm, der Saugrohr-Durchmesser 150 mm. Diese Verringerung der Abmessungen erfolgte auf Grund der Erfahrungen bei der ersten Fassung und des Ergebnisses der Vorarbeiten, nach welchem die zweite Fassung im Verhältnis zu ihrer Länge weniger Wasser führt als die erste. Auf die Brunnenschächte wurde wegen des schlechten Baugrundes und der damit verbundenen schwierigen Gründung sowie wegen des bedeutend höheren Wasserstandes und der hierdurch bedingten schwierigen Dichtung verzichtet. Die Abschlußschieber der einzelnen Brunnensaugleitungen

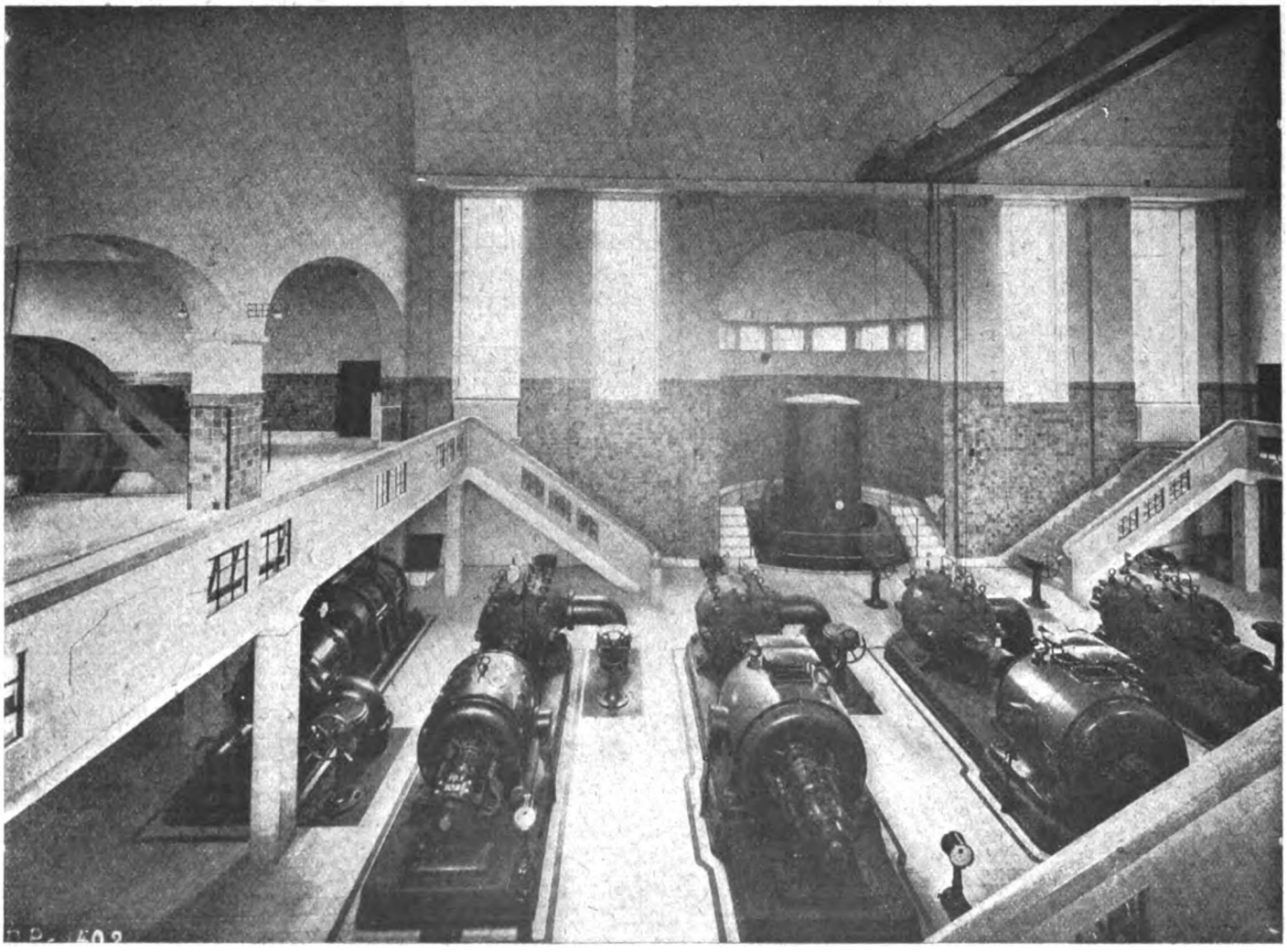


Abbildung 2. Pumpwerk Niederstotzingen, Pumpenraum.

Digitized by Google

wurden mit gewöhnlichen Einbaurohren ausgerüstet, welche in verschließbaren Straßenkappen endigen, von denen aus die Schieber bedient werden können. Die Brunnentiefen der zweiten Fassung schwanken zwischen 8 und 15 m, die Mächtigkeit der wasserführenden Schicht zwischen 3 und 11 m; die den Grundwasserträger schützende Lehm- und Lettenschicht ist 1 bis 3 m stark und teilweise von einer Torfschicht bis 3 m Mächtigkeit überlagert. Durch seinen artesischen Auftrieb steigt das Grundwasser in den Brunnen dieser Fassung in ungestörtem Zustand bis 10 cm unter Gelände. Wegen der teilweise vorkommenden Einlagerung feiner Sandschichten in dem Grundwasserträger wurde zur Vermeidung späterer Setzungen der Heberleitung und leichteren Ausführung der Bauarbeiten der Achsabstand zwischen Brunnen und Heberleitung auf 15 m vergrößert; im übrigen wurde die Heberleitung nach den gleichen Gesichtspunkten berechnet und gebaut wie diejenige der ersten Fassung. Infolge des schlechten Baugrundes im Gebiet der zweiten Fassung wurde die Heberleitung auf Eisenbetonplatten verlegt, welche auf Pfählen ruhen. (Siehe Abb. 1). Die wechselnde Höhenlage der den Grundwasserträger unterlagernden Schicht veranlaßte die Planung zweier Schöpfwerke zur Ausnützung der zweiten Fassungsanlage. Dem einen Schöpfwerk wird das Wasser aus 47 Brunnen durch zwei Heberleitungen zugeführt, wovon auf die westliche 26, auf die östliche 21 Brunnen entfallen. Die Lichtweite der beiden Heberleitungsstränge wächst von 250 auf 600 bezw. 550 mm an, die Steigung der Rohrscheitel gegen das Schöpfwerk beträgt wie bei der ersten Fassungsanlage 1 : 3000. Dieser Teil der zweiten Fassung mit zusammen 47 Brunnen ist schon in Betrieb; die restlichen 30 Brunnen sind zwar ausgebaut, aber infolge Fehlens der zugehörigen Heberleitung sowie des nötigen Schöpfwerkes werden sie zur Wassergewinnung noch nicht nutzbar gemacht. Die niedrigste Dauerergiebigkeit des ausgebauten Teiles der zweiten Fassungsanlage ist nach den Ergebnissen der Vorarbeiten zu 300 Sek.-Lit. in Rechnung gestellt; ihre vorübergehend zulässige Höchstbeanspruchung ist mit rund 500 Sek.-Liter angenommen. Vorläufig können aber als Höchstwassermenge nur 300 Sek.-Liter entnommen werden, da, wie weiter unten erläutert werden wird, das zugehörige Schöpfwerk durch den Krieg und seine Folgen nicht der ersten Planung entsprechend ausgebaut werden konnte.

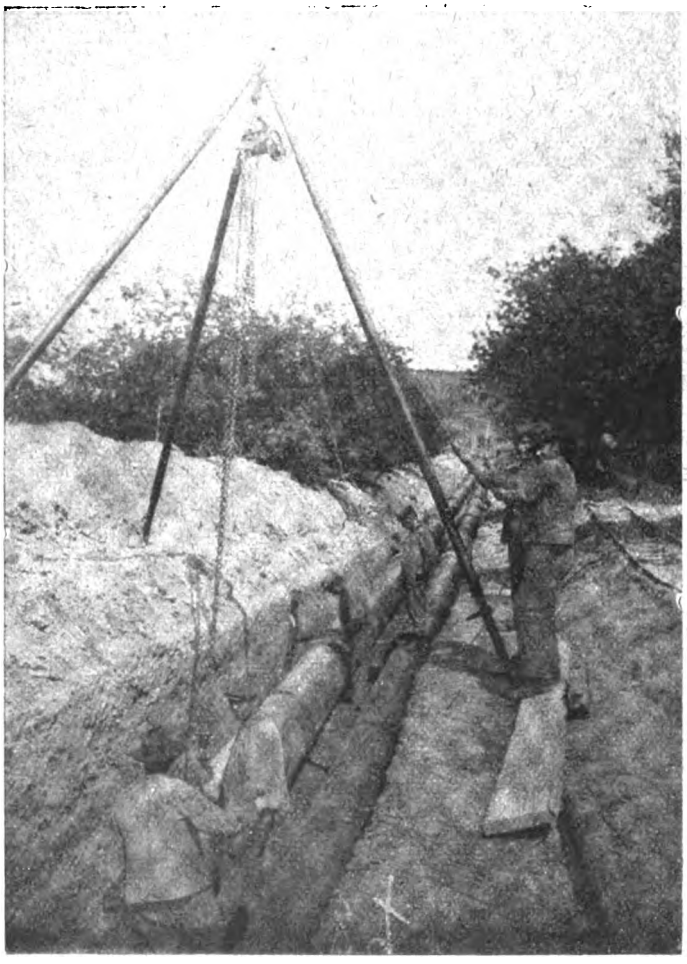


Abbildung 3. Verlegung der Leitung als Doppelstrang mittels bis 12 Meter langer, wassergasgeschweißter Rohre.

Pumpwerke.

Wassergewinnungsgebiet und Hauptversorgungsgebiet sind durch die Schwäbische Alb getrennt, wodurch eine künstliche Förderung des Wassers bedingt ist. Diesem Zweck dient das zwischen den beiden Heberleitungsarmen der ersten Fassung erbaute Pumpwerk bei Niederstotzingen. Als dreigliedriger, weithin sichtbarer Bau bildet es ein Wahrzeichen der Gegend. — Der mittlere Längsbau enthält den vertieft gebauten Pumpenraum und den darunter befindlichen Rohrleitungskeller. Im nördlichen Querbau sind die elektrischen Einrichtungen, die Niederdruckdampfheizung, Bad, Bedürfnisraum und Werkstätte, im südlichen Querbau sind der Reservemotor, die Ölbehälterräume, ein Geschäftszimmer und ein Wassermesserprüfraum untergebracht.

Als Antriebskraft wurde unter Berücksichtigung aller wirtschaftlichen und betriebstechnischen Umstände elektrische Energie gewählt. Zur Sicherung der Stromzuführung sind zwei getrennte Leitungen mit 53000 Volt Spannung vorgesehen, die eine von dem Bezirksverband O. E. W. Biberach, die andere von der Stadt Stuttgart. Infolge des Krieges ist bisher nur die erstere ausgeführt worden; die Stuttgarter Leitung befindet sich zurzeit noch im Bau.

Der hochgespannte Strom wird in dem nördlichen Querbau in solchen von 5000 Volt umgewandelt, mit welcher Spannung die Antriebsmotoren gespeist werden. Diese sind auf gemeinschaftlicher Grundplatte mit den zugehörigen Hochdruckkreiselpumpen im Pumpensaal als Drehstrommotoren mit 50 Polwechseln und 1000 Umdrehungen in der Minute aufgestellt und leisten 585, 1020, 1020, 1224 und 1900 PS., entsprechend den Fördermengen der Pumpen, mit welchen sie durch Voithsche Kupplungen verbunden sind.

Die Pumpen sind zweistufig gebaut und fördern 300, 450, 500, 550 und 700 Sek.-Liter bei 105—140 m manometrischer Förderhöhe. Pumpe II und IV und die zugehörigen Motoren sind so gebaut, daß sie zusammen in Parallelbetrieb genommen werden können mit einer Gesamtleistung von 650 Sek.-Liter. Die Pumpen entnehmen das Wasser durch 500 mm l. W. Stichröhren einer gemeinsamen Saugleitung, welche ihrerseits an einen Saugwindkessel von 2 m Durchmesser und 6,60 m Höhe angeschlossen ist. In den Windkessel (Siehe Abb. 8) münden die beiden Heberleitungen der ersten Fassung und vorläufig die Zuleitung von der zweiten Fassung. Die im Windkessel sich abscheidende Luft wird durch eine elektrisch betriebene Luftpumpe periodisch entlüftet.

Das durch die Pumpen geförderte Wasser wird durch 450-mm-l.-W.-Anschlußröhren der 900-mm-l.W.-Druckleitung zugeführt. Vor Verlassen der Förderstation wird es durch einen selbstschreibenden Teilstromwassermesser gemessen. Ein selbstschreibender elektrischer Wasserstandsanzeiger ermöglicht die Anpassung der nötigen Fördermengen an die Entnahme aus dem Behälter, in welchen die Druckleitung mündet. Der an die Heberleitung ange-

Digitized by Google

schlossene selbstschreibende Unterdruckmesser und ein mit der Druckleitung verbundener selbstschreibender Druckmesser vervollständigen den Überblick über den hydraulischen Betriebsverlauf. Für den elektrischen Betrieb dienen dem gleichen Zweck ein selbstschreibender Spannungsmesser und ein selbstschreibender Wechselmesser.

Durch die vorgesehene zweite Stromzuleitung von gesonderter elektrischer Zentrale wird die notwendige Kraftreserve geschaffen. — Zur weiteren Sicherung gegen vorübergehendes gleichzeitiges Versagen beider Stromzuleitungen ist im südlichen Querbau der Anlage ein Reservemotor aufgestellt, welcher durch Riemen eine im Pumpensaal untergebrachte dreistufige Hochdruck-Kreiselpumpe von 250 Sek.-Liter Leistung antreibt. Dieser Reservemotor ist ein 600-PS-4-Zylinder-Dieselmotor liegender Bauart.

Nach dem Entwurf war für die zweite Fassung ein Schöpfwerk mit ähnlichen Ausrüstungen wie für die Förderstation Niederstotzingen vorgesehen. Dieses zweite Pumpwerk sollte neben der laufenden Entlastung der ersten Fassung insonderheit der Deckung des Spitzenbedarfs dienen und maschinell so eingerichtet werden, daß es auch bei länger dauernden größeren Ausbesserungen in der Förderanlage Niederstotzingen die angeforderte Wassermenge selbst in vollem Umfange hätte liefern können. Der Krieg mit seinen Folgen hatte zuerst durch Arbeiter- und Baustoffmangel und dann durch die ungeheure Preissteigerung den Plan nicht zur Ausführung kommen lassen. Es mußte auf die empfehlenswerte volle Maschinenreserve verzichtet werden; man begnügte sich mit der Erstellung eines Vorpumpwerkes zur Ausnützung der 47 ausgebauten Brunnen. — Dieses Vorpumpwerk enthält zwei Niederdruck-Kreiselpumpen von je 150 Sek.-Liter Leistung, welche auf gemeinsamer Grundplatte mit einem zwischen ihnen angeordneten 100-PS.-Elektromotor stehen, mit welchem sie durch Voithsche Kupplungen verbunden sind. Je nach Bedarf werden die Pumpen gleichzeitig oder einzeln in Betrieb genommen. In dem Maschinensaal ist noch Raum für eine zweite ähnliche Ausrüstung vorgesehen. — Wie in der Hauptanlage wird auch das Wasser im Vorpumpwerk von den Pumpen einem Saugwindkessel entnommen, in welchen die beiden Heberleitungsstränge der zweiten Fassung einmünden. Die Pumpen fördern das Wasser in die Zuleitung zur Förderstation Niederstotzingen, welche nach der erfolgten Projektänderung daselbst in den Saugwindkessel mündet. Die höchste manometrische Förderhöhe der Pumpen des Vorschöpfwerkes beträgt 15 m, entsprechend der zu überwindenden Saughöhe und den Reibungswiderständen in der genannten Zuleitung zum Förderwerk I. — Zur Vervollständigung des Bildes über die Förderwerke ist noch anzuführen, daß in der Nähe des Hauptwerkes Niederstotzingen drei Doppel-Wohnhäuser mit sechs Wohnungen für die Bedienungsmannschaft erstellt sind; eine Kläranlage sorgt für Ableitung der Abwasser. Für die Bediensteten des Vorpumpwerkes sind die nötigen Wohnungen in dem nahegelegenen Städtchen Langenau erbaut.

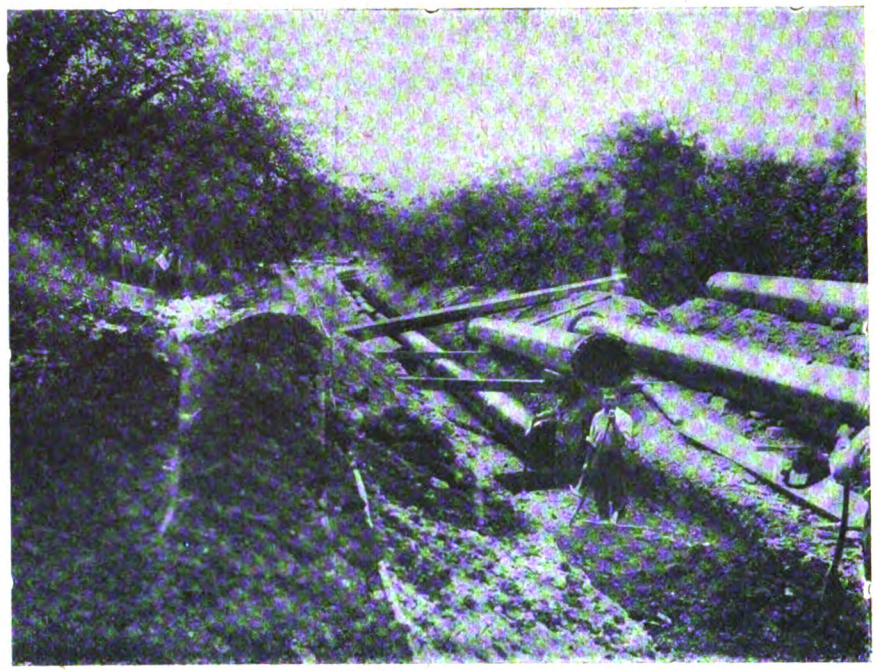


Abbildung 4. Verlegung der Leitung als Doppelstrang mittels bis 12 Meter langer, wassergasgeschweißter Rohre.

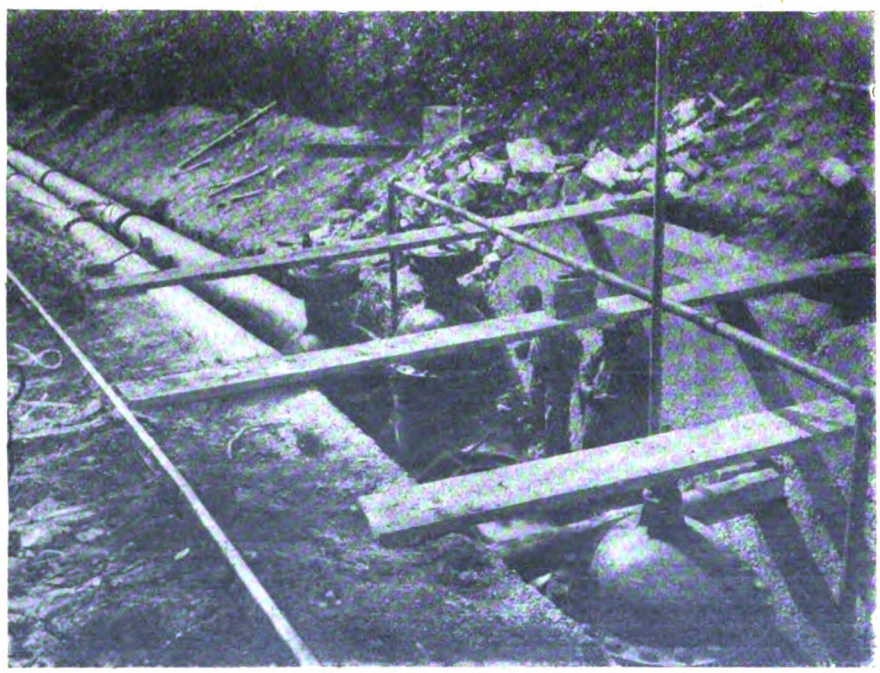


Abbildung 5. Schieber und Schlammkästen in dem Druckrohr-Doppelstrang.

(Forts. folgt.)

Digitized by Google

Über Wesen und Notwendigkeit kulturbaulicher Bodenmeliorationen

Aus einer Semesterantrittsvorlesung (6. XI. 22) von Ministerialrat Weigmann. (Schluß)

C. Nach dem Kriege.

Die Mitte Oktober 1918 einsetzende Demobilmachung stellte an den Kulturbaudienst ganz außergewöhnlich hohe und teilweise völlig neue Anforderungen.

Einerseits sollte damals für Tausende überstürzt aus dem Heere Entlassener schleunigst Arbeitsgelegenheit geschaffen werden; dem stand jedoch auf der anderen Seite die hauptsächlich auf Kohlen- und Rohstoffmangel zurückzuführende Baustoffnot hemmend entgegen. Unter den wenigen Betrieben, welche beide Forderungen — große Aufnahmemöglichkeit von Erwerbslosen bei geringem Baustoffverbrauch — gleichzeitig gerecht zu werden vermochten, standen entsprechend ausgewählte kulturbauliche Anlagen dank der vorsorglichen Ausarbeitung von Kulturprojekten mit an erster Stelle. Es setzte denn auch sehr bald ein ungewöhnlicher Zustrom von Arbeitslosen zu diesen Betrieben ein, was am deutlichsten dadurch zum Ausdruck kommt, daß die Zahl der von den Kulturbauämtern überwachten Werkarbeitertagschichten im Jahre 1919 etwa dreimal so hoch war, wie im letzten Friedensjahr 1913 und ungefähr viermal so hoch wie im letzten Kriegsjahr 1918, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß seit 1919 der Achtstundentag besteht. Der Höchststand der in Kulturbaubetrieben beschäftigten Arbeiter wurde mit 9100 Mann, d. i. der sechsfachen Höhe von jenem des Jahres 1913 und der 13fachen von dem des Jahres 1918 im April 1921 erreicht.

Bei dem raschen Emporschnellen der Löhne und Materialkosten und den anfänglich geringen Arbeitsleistungen der Erwerbslosen wären die Kulturunternehmungen natürlich größtenteils unrentierlich geworden, wenn sie in dem bisherigen Ausmaße aus Mitteln der Beteiligten durchgeführt worden wären. Aus diesem Grunde und wegen der großen Bedeutung dieser Unternehmungen für die Gemeinwirtschaft entschlossen sich Reich und Staat im Dezember 1918 zu einer großzügigen Hilfsaktion. Es wurden den Genossenschaften fünf Sechstel der sogen. Überteuerungskosten (das waren die 140 Prozent der Friedenskosten übersteigenden Ausführungskosten) abgenommen und zwar drei Sechstel vom Reich und zwei Sechstel vom Staat, so daß die Beteiligten lediglich 140 Prozent der Friedenskosten und ein Sechstel der Überteuerung aufzubringen hatten. Zu dieser Leistung erhielten sie neben den Kreiszuschüssen die üblichen freiwilligen „Kriegszuschüsse" aus Staatsmitteln. Im Regierungsbezirk Oberbayern hat der Kreis auch noch das sogenannte Überteuerungssechstel aus dem die 140 Prozent übersteigenden Betrag übernommen. Im Jahre 1919 wurden von den Kulturbauämtern Bayerns an zuschußfähigen Überteuerungskosten insgesamt 19,1 Millionen Mark verausgabt. Durch die Überteuerungszuschüsse wurden jeweils etwa 50 Prozent der Ausführungskosten gedeckt. Die Unternehmungen kamen mit durchschnittlich vierfacher Überteuerung zur Ausführung.

Wegen der außerordentlich hohen und raschen Steigerung der Arbeitslöhne (150—200prozentige Erhöhung der Sätze vom Dezember 1919) und der Baustoffpreise (400 bis 500 Prozent Mehrkosten gegenüber Dezember 1919), sowie wegen der Veränderungen in der finanziellen Unterstützung der Notstandsarbeiten durch das Reich, darin bestehend, daß der Gedanke der Überteuerungszuschüsse verlassen und an seine Stelle jener der „produktiven Erwerbslosenfürsorge" getreten ist, mußten zu Anfang des Jahres 1920 die bisherigen Finanzierungsgrundsätze aufgegeben werden. Das Ministerium für Soziale Fürsorge konnte fortan in eigener Zuständigkeit lediglich Zuschüsse gewähren, soweit nachweisbar Erwerbslose beschäftigt sind und der Betrag als Zuschuß nicht das Eineinhalbfache der eingesparten Erwerbslosenunterstützung übersteigt, ferner nur auf die Dauer von höchstens neun Monaten.

Die Wirkung dieser veränderten Verhältnisse und anderer inzwischen eingetretener Umstände äußerte sich Ende 1920 in bis zu zehnfacher Überteuerung vieler Unternehmungen gegenüber nur vierfacher im Dezember 1919 bei gleichzeitiger Verringerung der Zuschüsse des Reiches aus Mitteln der produktiven Erwerbslosenfürsorge, die nur etwa ein Viertel bis ein Drittel der Ausführungskosten deckten gegenüber der Hälfte im Jahre 1919. Hierin und in dem Umstand, daß die in den Genossenschaftstagfahrten übernommenen Leistungen der Beteiligten noch nach Friedenswerten bemessen waren und deshalb in keinem günstigen Verhältnis zu den tatsächlichen Ausführungskosten standen, lag und liegt noch die Schwierigkeit der Finanzierung aller größeren Kulturbauunternehmungen der Gegenwart.

Wegen dieser Sachlage hatte der Bayerische Landtag für die Jahre 1920 und 1921 auf Antrag der Staatsregierung zur Unterstützung größerer, als Notstandsarbeiten zur Ausführung kommender Bodenkulturunternehmungen 60 Millionen Mark und zur Gewährung von Zuschüssen an kleinere Unternehmungen neun Millionen Mark unter der Voraussetzung genehmigt, daß auch die Kreise und Beteiligten entsprechende Beiträge leisten.

Waren die Kulturbaubehörden durch ihre ordentliche Tätigkeit mit solchen Unternehmungen, sowie durch die Mitwirkung beim Vollzug des Wassergesetzes schon außerordentlich in Anspruch genommen, so erhöhten sich die Anforderungen ständig zunehmend dadurch, daß sich fortgesetzt neue Aufgaben an den Kulturbaudienst herandrängten. So trat bald nach Kriegsende, insbesonders nach Freigabe der Baustoffe und nach den Zerstörungen durch große Hochwasser neben dem im Gange befindlichen Ausbau der Großwasserkräfte (Walchensee, Main, Isar, Inn, Alz) das lange Zeit zurückgedrängte Bedürfnis hervor, auch die stark heruntergekommenen Mühlen zeitgemäß umzubauen, sie mit neuen Kraft- und Arbeitsmaschinen und neuen Wehren zu versehen. Fast jede solche Änderung ist von Einfluß auf die Bodenkultur der fraglichen Flußtäler und muß kulturtechnisch begutachtet werden. Die uns durch Friedensvertrag und Diktat aufgezwungenen Kohlenlieferungen an den Feindbund und die daraus folgende Brennstoffnot im eigenen Lande ließ ferner mit einem Schlage die umfassende Torfgewinnung als Notwendigkeit erscheinen, zu welchem Zweck die Kulturbauverwaltung die Vorflutbeschaffung und Trockenlegung der abzutorfenden staatlichen und privaten Filze und Möser zu besorgen hatte. Das unter günstigen örtlichen Verhältnissen berechtigte Bestreben, landwirtschaftliche Kleinsiedelungen zu gründen, brachte dem Kulturbaudienst als neue Aufgabe die vorausgehend notwendige Ent- oder Bewässerung für die Siedelungsgelände. Auch der Alm-, Weide- und Grünlandwirtschaft wird erfreulicherweise neuerdings die berechtigte Bedeutung zurückzugewinnen versucht, Bestrebungen, die sich wegen der Regelung der Bodenfeuchtigkeit (Dränierungen, Berieselungen) und der Trink- und Tränkwasserversorgungen stets der Mitarbeit der kulturbaulichen Organe versichern müssen. Auch der Bau der Großschiffahrtsstraße mit ihren Staustufen, wie die neuerdings mit Eifer angestrebte Gewinnung von Kleinwasserkräften erfordert jeweils eingehende kulturtechnische Erhebungen und Begutachtungen zwecks Interessenausgleiches bei den oft bedeutsamen Eingriffen in die ganze Wasserwirtschaft der berührten Talstrecken.

Wie durch diese Aufgaben werden in nicht unerheblichem Maße die Arbeitskräfte der kulturtechnischen Organe aller Instanzen auch in Anspruch genommen durch die tarifvertragliche Behandlung der Fach- und insbesondere der Notstandsarbeiter, durch die schon lange als notwendig empfundene Ausstattung der Kulturbauämter mit Baumaschinen, Baugeräten und Kraftfahrzeugen, sowie durch die mit der Vereinfachung der Staatsverwaltung zusammenhängenden Bestrebungen.

Um den immer stärker andrängenden Anforderungen gerecht zu werden, wurde daher mit dem Ausbau des Kulturbaudienstes fortgefahren. So wurden im Jahre 1920

Digitized by Google

auch in Hof und Weißenburg Kulturbauämter und in Passau zur Entlastung des Kulturbauamtes Pfarrkirchen eine Bauamtmannaußenstelle errichtet. Die Zahl der Kulturbauämter ist damit von 24 auf 26 gestiegen, während sich die Größe eines Kulturbauamtsbezirkes von durchschnittlich 1900 qkm landwirtschaftlich benützter Fläche auf 1750 qkm verminderte. Veränderungen in den Kulturbauamtsbezirken waren weiterhin wegen des Anschlusses Coburgs an Bayern und der vorübergehenden Angliederung des westlichen Teiles der Pfalz an das Saargebiet notwendig. Aus letzterem Grunde mußte leider auch das in einem schönen, staatseigenen Gebäude untergebrachte Kulturbauamt Homburg nach Kaiserslautern verlegt werden.

Auch an der Zentralstelle trat bald nach Kriegsende eine Änderung ein insoferne, als gelegentlich der am 1. April 1919 erfolgten Errichtung eines Landwirtschaftsministeriums der sachliche Teil des Kulturbaudienstes vom Ministerium des Innern abgetrennt und dem erstgenannten Ministerium angegliedert wurde. Die Angelegenheiten des Personals und Ämterbedarfs werden jedoch im Interesse des Zusammenarbeitens mit den übrigen technischen Sparten nach wie vor vom Ministerium des Innern (Oberste Baubehörde) behandelt.

Das Personal des reinen Kulturbaudienstes setzt sich zur Zeit zusammen aus 1 Ministerialrat, 10 Oberregierungsräten, 3 Oberregierungsbauräten, 13 Oberbauamtmännern, 3 Regierungsbauräten I. Kl., 3 Regierungsbauräten, 43 Bauamtmännern, 4 Bauassessoren, 3 technischen Rechnungsoberinspektoren, 5 technischen Oberrechnungskommissären, 2 technischen Rechnungskommissären, 10 Oberbauverwaltern, 32 Bauverwaltern, 30 Bauführern (1 Bauamtsoberkommissär), 7 Bauamtsobersekretären, 1 Bauamtssekretären, 16 Verwaltungsassistenten, 15 Kanzleiassistenten, 140 Vertragstechnikern und 57 Vertragsangestellten des Kanzlei- und Zeichnungsdienstes. Für den Kulturaufsichtsdienst sind ferner 120 planmäßige Kulturmeister und Kulturaufseher, sowie 313 nichtplanmäßige Kulturverarbeiter und Gruppenführer von den 8 Kreisen aufgestellt.

Im einzelnen gibt über die Entwicklung des kulturtechnischen Dienstes nachstehende Übersicht Aufschluß:

Jahr	Anzahl der zu Ende geführten Kulturunternehmungen	Verbesserte Fläche	Ausführungskosten	Durch die Meliorationen entstandene Bodenwertserhöhungen	Zu den Kulturunternehmungen gegebene Staatszuschüsse	Zu den Kulturunternehmungen gegebene Landeskulturrentenanlehen	Ungefährer Aufwand des Staates für den Kulturbaudienst (ohne Zuschüsse)	Bemerkungen
		ha	M.	M.	M.	M.	M.	
1903	957	4350	1058423	2430000	24600	260003	68060	Erst seit 1903
1904	1025	4519	688763	2810000	27300	378000	71000	besteht eine
1905	1026	6611	1000259	3290000	26000	401314	79000	einwandfreie
1906	1190	6893	1024340	3990000	33500	401328	81000	Boden-Kulturstatistik
1907	1368	6149	1207789	3440000	17700	500049	88000	
1908	1245	5768	1071879	3760000	28000	541021	105000	
1909	1093	3818	977123	2850000	41300	685817	256000	
1910	1696	5161	1542197	3610000	34800	669238	326000	
1911	1752	10802	2655795	9070000	145500	2913160	368000	
1912	1600	7411	2457218	6720000	316200	1833758	405000	
1913	2181	8687	3078913	8460000	321900	2161933	493000	
1914	1788	5962	2405525	5940000	143000	1432654	477000	Krieg
1915	992	6827	3474228	6350000	785500	1012542	454000	"
1916	897	4168	2041040	3950000	971900	256029	590000	"
1917	621	1877	1201531	2810000	944400	10441	605000	"
1918	552	2042	1771789	2780000	1439000	65840	707000	"
1919	807	5103	7364739	10770000	3070000	828171	2227000	
1920	noch nicht festgestellt				23570000	26820		

D. Ausblick.

Auch in Gegenwart und Zukunft ist die wichtigste Frage die Lebensfrage des wehrlosen und verarmten deutschen Volkes, welche Frage, da wir auf ein Wunder nicht warten dürfen, nüchtern erwogen und von allen Staatsorganen gemeinsam nach volkswirtschaftlichen Grundsätzen gelöst werden muß.

Durch den sogen. Friedensvertrag erleiden wir eine Verstärkung unserer Bevölkerungsdichte von 120 auf 130 Menschen auf den qkm, also um nahezu 10 Prozent und büßen eine Kulturfläche ein, deren Bewohner 6 Prozent der Bevölkerung, deren Produktion aber 16 Prozent, also fast ein Fünftel unserer Gesamterzeugung ausmacht. Hatten wir nun, wie erwähnt, schon vor dem Kriege einen Einfuhrüberschuß von jährlich 11 Millionen Tonnen Agrarerzeugnissen mit einem damaligen Wert von rund 3 Milliarden Mark, so würde sich dieser Aufwand wegen der starken absoluten und relativen Abminderung an Ertragsfläche und zwar an wichtigsten Überschußgebieten, ferner wegen der geringen Kaufkraft unseres Geldes jetzt auf mindestens jährlich 30 Milliarden Mark erhöhen, was bei den uns sonst aufgezwungenen Leistungen nicht dauernd aufgebracht und ertragen werden kann. Eine Erleichterung in unserem Haushalt und damit in der Preisbildung der Lebensmittel ist u. a. nur erzielbar durch rasche und nachhaltige Förderung der Produktion lebenswichtiger Erzeugnisse im Inland.

Stärkere Anspannung der in ihren Hektarerträgen leider um mindestens ein Drittel und damit auf den Stand von 1898 zurückgesunkenen landwirtschaftlichen Betriebe Bayerns, Urbarmachung und Siedlung auf urbar gemachtem Ödland, werden da oft als Heilmittel genannt. Doch sind hier teilweise sehr enge Grenzen gezogen. Es sei, abgesehen von der Leutenot auf dem Lande, nur der hiebei ganz besonders schwer ins Gewicht fallende Düngermangel, insbesonders die Phosphorsäurenot unserer Zeit erwähnt, in welcher leider ein Hochofen nach dem anderen gelöscht wurde.

Bei dem ungeheuren Erfordernis erst urbar gemachter Flächen an künstlichen Düngern verbleibt also zum Emporkommen in dieser Richtung auch heute vornehmlich der Weg der vollständigen Meliorierung bereits ertragsfähigen, nicht sehr von den Wohnstätten abgelegenen Landes, welches nach kulturtechnischer Behandlung und entsprechender Pflege rasch erheblich größere, wertvollere und sichere Ernten abwirft.

Da schweift unser Blick hinaus, um im Norden zu beginnen, auf die noch unwegbaren Riesenflächen bester Basaltböden in der Rhön, auf die unsinnig bewässerten oder sonst versumpften Wiesen im Spessart und auch im bayerischen Wald; auf die dem Nährstoffgehalte nach so außerordentlich wertvollen, aber wegen großer Feinkörnigkeit an stauender Nässe leidenden Lehm- und Lößböden fast aller Landstriche, besonders des fränkischen Stufenlandes im Muschelkalk, Keuper und Jura und in den tertiären Hügelzonen, welche nach Entwässerung ohne weiteres die besten Weizenböden abgeben; auf die nur mit schwacher Humusschichte überdeckten, teilweise in ihren Erträgen durch Bewässerung zu sichernden Schotterebenen Südbayerns, wie der Lechebene; auf die stärker besiedelten, noch versumpften Teile der großen bayerischen Grünlandsmoore, besonders des Donau- und des Isarmooses, dann auf die Randgebiete des Dachauermooses und der Donauriede, auf die kleinen Filzen und Niederungsmoore des südbayerischen Moränengürtels; auf die durch Überflutung und hohe Stromwasserstände leidende weite pfälzische Rheinniederung und schließlich auf die zahllosen, breiten und schmalen, im Besitz zersplitterten Wiesgründe, die versumpft und zeitweise vermurt oder überflutet werden von den sie beherrschenden Bach- und Flußläufen, welche ungebändigt oder aber in vielgewundenen, durch dichtgedrängte, hochliegende Mühlen und Triebwerke bordvoll angestautem und vernachlässigtem Bette dahinziehen. Allüberall in Bayern noch verbesserungsfähiges Kulturland in unübersehbarer Menge, welchem durch die verschiedensten kulturbaulichen Maßnahmen Ernten von weit größerer Güte und Menge als bisher abgerungen werden können.

Der Wille der bayerischen Landwirtschaft zu produktiver Tätigkeit auf diesen Riesenflächen muß stets neu belebt werden, er kann und muß, wie bisher, auch ferner eine gewaltige Förderung erfahren durch das Institut des nunmehr gut ausgebauten, in ständigem Aufschwung begriffenen bayerischen Kulturbaudienstes. Die Umsetzung dieses Willens in die Tat durch rasche Meliorierung von weiteren Tausenden von Hektaren bayerischer Bodenfläche

Digitized by Google

erfordert bei der im Staatshaushalt unbedingt gebotenen Sparsamkeit erstlinig die Bereitwilligkeit der beteiligten Landwirte, soweit irgend möglich die Kosten selbst aufzubringen nach Maßgabe der stets zu erwartenden großen privatwirtschaftlichen Erfolge solcher Unternehmungen, sie darf aber auch nicht scheitern an der Leere der Staats- und Kreiskassen, die vom gemeinwirtschaftlichen Interesse aus, besonders bei den größeren genossenschaftlichen Unternehmungen, beisteuern müssen. Nicht trotzdem, sondern weil wir verarmt sind, müssen wir Landeskultur in großem Maßstabe treiben, um so mehr, als solche Tätigkeit uns nicht nur die Volksernährung erleichtert und der Aufwand hiefür im eigenen Lande bleibt, sondern weil sie auch das leider noch immer sehr große Heer der Erwerbslosen vermindert und weil sie unter Besserung unserer Valuta neue, bleibende Werte schafft, die uns so bitter not tun!

Da kann es nicht verwundern, wenn wir einen geradezu ungeheuren jährlichen Einfuhrbedarf von etwa 6 Mill. Tonnen Brot- und Futtergetreide, 3/4 Mill. Tonnen Ölfrüchte, 0,35 Mill. Tonnen Fleisch, Speck und Fett und 0,5 Mill. Tonnen Fische, dann für 1/2 Mill. Tonnen Rohphosphate und 1/3 Mill. Tonnen Schwefelkies (zu deren Aufschließung) haben und hiefür die Kleinigkeit von jährlich rund 2/3 Milliarden Goldmark ans Ausland zahlen, was zusammen mit unseren andern schwindelnd hohen Ausgaben und Lasten unbedingt zur völligen Verarmung und schließlichen Leistungsunfähigkeit führen muß.

Angesichts solcher Zahlen der volkswirtschaftlichen Statistik kann es keinen Zweifel mehr geben, was uns frommt. Gerade weil wir verarmt sind, müssen wir unserem heimischen Boden abringen, was nur möglich, wir müssen durch kulturbauliche Maßnahmen die intensiv bewirtschaftete Fläche wieder vergrößern, wir müssen auch Neuland für die landwirtschaftliche Produktion erschließen. Wir müssen dabei auch allen andern am Wasservorrat der Erde interessierten Erwerbsarten gerecht werden durch Einleitung einer sach- und plangemäßen, geregelten Wasserwirtschaft, mit einem Wort: wir müssen Bodenmelioration im weitesten und stärksten Maß treiben zum Heile und zur Wiedererhebung unseres mit ungehobenen Bodenschätzen immer noch reich gesegneten Vaterlandes!

Neue Grundlagen für die Berechnung der Geschiebeführung in Flußläufen

Von Oberregierungsrat Dr.-Ing. Kurzmann, München.

Je größere Bedeutung in unserer Zeit die Ausnützung der geschiebeführenden Flüsse für Wasserkraftzwecke erlangt, um so mehr beschäftigt die Frage der Geschiebeführung die Ingenieure und Forscher. Die Erkenntnis der für die Geschiebeführung maßgebenden Gesetze schreitet nur langsam fort, und es ist daher jedes Werk zu begrüßen, das sich mit dieser Frage befaßt. Wenn auch die jüngst erschienene Schrift von Dr. F. Schaffernak „Neue Grundlagen für die Berechnung der Geschiebeführung in Flußläufen[1]", das Problem nicht vollständig erschöpft, so ist sie doch als ein weiterer Schritt auf dem Wege zur Klarheit zu begrüßen.

Als ein Erfolg der letzten Jahre ist es anzusehen, daß es wenigstens gelungen ist, die zu lösende Aufgabe klar zu erkennen. Es handelt sich dabei um folgendes[2]):

Wenn sich an einem geschiebeführenden Fluß in längerer Zeit die Höhenlage der Sohle nicht ändert, der Fluß sich, wie man sagt, im Gleichgewichtszustand befindet, so wird dies dadurch bedingt, daß im Laufe des betrachteten Zeitabschnittes ebenso viel Geschiebe von oben zugeführt, wie nach abwärts weitergebracht wird. Eine neue Bauanlage darf den bestehenden Gleichgewichtszustand nicht stören. Es muß also in dem neugeschaffenen Flußquerschnitt in einem bestimmten Zeitraum die abgeführte Geschiebemenge die gleiche sein, wie sie ohne den Eingriff im unveränderten Querschnitt gewesen wäre, oder, um einen durch Schoklitsch[3]) zuerst gebrachten Ausdruck zu gebrauchen, die Geschiebefracht eines längeren Zeitabschnittes muß unverändert bleiben. Die neue Bauanlage wird also daraufhin zu untersuchen sein, ob diese Bedingung erfüllt ist, und da es nur in den seltensten Fällen möglich ist, die Geschiebefracht, die den alten Querschnitt durchlief, zu messen, besteht die Aufgabe darin, zunächst für den alten Flußquerschnitt und für einen abgelaufenen Zeitabschnitt (z. B. 1900—1910) die Geschiebefracht zu berechnen und dann einen neuen Querschnitt zu suchen, der im gleichen Zeitabschnitt die gleiche Geschiebefracht geliefert hätte. Bekannt sind die verschiedenen Wasserstände in dem alten Querschnitt während des betrachteten Zeitabschnittes, die Form des Querschnittes selbst und die Art und Zusammensetzung des Geschiebes, das der betreffenden Flußstrecke eigentümlich ist.

Leider ist es bisher nicht gelungen, aus solchen Grundlagen die Geschiebefracht zu ermitteln, während die Wasserfracht — das ist die in dem gleichen Zeitraum abgeflossene Wassermenge — ohne weiteres bestimmt werden kann. Zu letzterem Zwecke wird die den verschiedenen Pegelständen entsprechende, sekundliche Wassermenge entweder durch Messung (z. B. Flügelmessung) oder durch Rechnung festgestellt, der sogenannte Wassermengenschlüssel (Konsumptionskurve) aufgetragen und auf Grund der in dem betrachteten Zeitraum beobachteten Pegelstände mit irgendeiner Methode (meistens graphisch mit Dauerlinie oder Häufigkeitslinie, oder Summenlinie) die Wasserfracht gerechnet.

Um in gleicher Weise bei der Ermittlung der Geschiebefracht vorgehen zu können, müßte man also wissen, welche sekundliche Geschiebemenge in dem betrachteten Querschnitt bei den verschiedenen Wasserständen abgeführt wird, müßte den Geschiebemengenschlüssel auftragen und auf Grund der Pegelstände des betrachteten Zeitraumes die Geschiebemengensumme — die Geschiebefracht — ermitteln. Die Aufgabe endet also schließlich darin, für einen gegebenen Querschnitt die Beziehung zwischen Pegelstand und sekundlich abgeführter Geschiebemenge anzugeben.

Man hat versucht, durch unmittelbare Messung im Fluß[4]) die in einem 1 m breiten Streifen des Flußquerschnitts bei den verschiedenen Pegelständen sekundlich abgeführte Geschiebemenge zu bestimmen, für die Schoklitsch die Bezeichnung „Geschiebetrieb" eingeführt hat. Die bisher dafür zur Verfügung stehenden Vorrichtungen sind aber so unvollkommen und die Messungen bergen so viele Fehlerquellen in sich, daß dieser Weg zunächst noch nicht als gangbar angesehen werden kann.

Es bleibt also nur die Berechnung, der sich aber sofort die Schwierigkeit entgegenstellt, daß das Geschiebe im Fluß nach Korngröße und Mischung von unendlicher Mannigfaltigkeit sein kann und daß daher eine Gesetzmäßigkeit, die für ein bestimmtes Geschiebegemisch gefunden wurde, nicht ohne weiteres für ein anderes Gemisch in Ansatz gebracht werden kann. In der bisher am meisten angewendeten Geschiebetriebformel von Du Boys wird die Art des Geschiebes durch den Begriff der Grenzschleppkraft gekennzeichnet. Wie Beobachtungen in der Natur und Laboratoriumsversuche gezeigt haben, kann aber die Größe der Grenzschleppkraft für das im Fluß wirklich vorhandene gemischte Geschiebe, das Korn von einer gewissen Größe an bis herunter zum Feinsand enthält, nicht eindeutig angegeben werden. Schon deshalb — abgesehen von an-

[1]) Verlag Franz Deutike, Leipzig und Wien, 1922.

[2]) Siehe auch Dr. Kurzmann: Beobachtungen über Geschiebeführung München 1919, Verlag R. Huber, Neuturmstraße 2a.

[3]) Dr. Schoklitsch Armin, Über Schleppkraft und Geschiebebewegung, Leipzig und Berlin 1914.

[4]) Kurzmann a. a. o. Seite 23, Schaffernak a. a. o. Seite 33.

Digitized by Google

deren Gründen — sind die Bedenken gegen die Geschiebetriebformel von Du Boys berechtigt.

Schaffernak schlägt nun bei seinen Laboratoriumsversuchen einen neuen Weg zur Auffindung der Gesetzmäßigkeit des Geschiebetriebes ein. Während die Formel von Du Boys den Geschiebetrieb als eine Funktion der Schleppkraft ansieht, die wiederum bei gleichem Wasserspiegelgefälle abhängig ist von der Wassertiefe, geht er von der Sohlengeschwindigkeit aus, die ebenfalls als Funktion der Wassertiefe anzunehmen ist. Zunächst bringt er in sehr interessanter Weise die unendlich vielgestaltige Geschiebezusammensetzung in ein System, indem er die Mischungen nach dem größten darin vorkommenden Korn und nach dem Mengenverhältnis der darin enthaltenen Korngrößen kennzeichnet. Auf einfache Weise gelingt es ihm so, jede Geschiebemischung zeichnerisch darzustellen und vier typische Mischungen herauszugreifen, zwischen die sich alle anderen möglichen Geschiebemischungen zwanglos einreihen lassen. Diese vier charakteristischen Mischungen und ein natürliches Geschiebegemisch aus der Donau bei Wien hat er dann seinen Laboratoriumsversuchen zugrunde gelegt. Er bedient sich dabei eines sehr sinnreich eingerichteten Versuchsgerinnes, das gestattet, an der Gerinnesohle einen Wasserstrahl von verschiedener Geschwindigkeit einzustellen, und beobachtet, wie sich der Geschiebetrieb bei den verschiedenen Geschwindigkeiten des Strahles ändert. Die Versuche gewähren einen sehr guten Einblick in die Art der Bewegung des Geschiebes überhaupt; die zeichnerische Auftragung ihrer Ergebnisse läßt einen stetigen Lauf der Bezugslinien erkennen und zeigt deutlich, wie mit der Steigerung der Geschwindigkeit immer größeres Korn in Bewegung kommt, bis von einer gewissen Geschwindigkeit an — Schaffernak nennt sie „kritische Geschwindigkeit" — der volle Geschiebetrieb einsetzt, der dann in gleichmäßiger Kurve mit der Zunahme der Geschwindigkeit anwächst. Schaffernak geht weiter davon aus, daß sich das Geschiebe im freien Fluß unter der Wirkung der Sohlengeschwindigkeit ebenso verhalte, wie in dem Versuchsgerinne unter dem Einfluß des Wasserstrahls. Er stellt sodann Beziehungen auf zwischen Sohlengeschwindigkeit, Wassertiefe und Gefälle im Fluß und kommt schließlich dadurch, daß er seine Beobachtungen mit diesen Beziehungen in Verbindung bringt, zu dem Ergebnis, daß der Geschiebetrieb bei Überschreitung des kritischen Wasserstandes für das größte Korn des in Betracht kommenden Geschiebegemisches in linearem Verhältnis mit der Wassertiefe wächst. Die Tafeln, in denen er diese Beziehungen darstellt, geben gute Hilfsmittel zur schätzungsweisen Berechnung des Geschiebetriebs.

Schaffernak warnt aber selbst bei Beurteilung dieses Ergebnisses vor einer kritiklosen Anwendung von Formeln und Beiwerten, besonders wenn sie aus Laboratoriumsversuchen gewonnen werden. Dem kann man sich nur anschließen. Bei den vorliegenden Untersuchungen erscheint es insbesondere zweifelhaft, ob sich tatsächlich das Geschiebe unter der Einwirkung der Sohlengeschwindigkeit im freien Fluß ebenso verhält wie unter dem Strahle des Versuchsgerinnes. Die mittlere Sohlengeschwindigkeit im Flusse ist überhaupt ein Begriff, der sich nur schwer feststellen läßt. Aus welcher Höhe, von der Flußsohle an gemessen, soll sie ermittelt werden? Kann tatsächlich im freien Fluß mit Sohlengeschwindigkeiten bis zu 3,2 m, wie sie die Tafeln Schaffernaks ausweisen, gerechnet werden? Noch dazu ist die Sohlengeschwindigkeit an der gleichen Stelle und in der gleichen Höhe im Flusse nicht immer die gleiche. Auf die starken Schwankungen der Sohlengeschwindigkeit weist auch Schoklitsch in einem Aufsatz „Über die Bewegung des Wassers in offenen Gerinnen" in Nr. 5 der „Schweizerischen Bauzeitung" vom Jahre 1922 hin. Er bezeichnet dort sogar diese starken Schwankungen der Sohlengeschwindigkeit als Ursache der sprungweisen Bewegung von größeren Geschiebestücken. Ein Problem, das noch nicht gelöst ist, wie auch Schaffernak betont, und das auch durch Versuche in einem schmalen Gerinne nicht gelöst werden kann, ist die Verschiedenheit des Geschiebetriebs in den einzelnen Streifen eines Flußquerschnitts, selbst wenn die Wassertiefe die gleiche ist. Es ist nachgewiesen, daß bei sonst gleichen Verhältnissen der Geschiebetrieb sehr verschieden sein kann, je nach der Entfernung der betrachteten Flußstreifen vom Ufer. Bei Berechnung der gesamten, in einem Flußquerschnitt sekundlich abgeführten Geschiebemenge wird auch dieser Umstand in Betracht zu ziehen sein.

Trotz dieser noch offenen Fragen ist jedoch die Ausarbeitung Schaffernak's von großem Wert für die Beurteilung der Geschiebebewegung und kein Ingenieur, der sich mit diesen Problemen befaßt, wird in Zukunft an dieser Arbeit vorübergehen dürfen.

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Drahtlose Kraftübertragung. Dr. E. F. W. Alexandersson, Oberingenieur bei der Radio Corporation in Amerika, ist nach einigen erfolgreichen Versuchen mit sog. Elektroröhren zu dem Schlußsatze gelangt, daß eine Kraftübertragung vom Niagara nach Newyork mittels solcher Röhren in Zukunft möglich sein kann. Die Möglichkeiten der Kraftübertragung, die die genannten Röhren bieten, haben auf die Wissenschaftsmänner in den Laboratorien der General-Electric Company in hohem Grade anregend gewirkt und sie sind sich schon seit einiger Zeit darüber klar geworden, daß drahtlose Kraftübertragung in Zukunft möglich werden wird. Die nahezu unbegrenzten Möglichkeiten, die die Elektroröhren bieten, zogen auch die Aufmerksamkeit Marconis bei seinem letzten Besuch in Amerika auf sich und er erklärte, daß ihre Entwicklung den nächsten bedeutenden Fortschritt auf drahtlosem Gebiet darstellen werde. Als die Röhren kürzlich von der Radio Corporation erprobt wurden und zufriedenstellende Leistung hervorbrachten, erklärten die Radioingenieure, daß ihre weitere Entwicklung vom Übertragungsstandpunkt sowohl für Telegraph als für Telephon einen neuen Zeitabschnitt einleiten und daß sie im übrigen Möglichkeiten von ungeahnter Reichweite enthielten. Dr. S.

Das große Kraftwerk des Skogabyfalles in Schweden vor der Vollendung. Die großen Anlagen der südschwedischen Kraftaktiengesellschaft am Lagan bei Skogaby in Sydhalland stehen nunmehr vor der Vollendung. Die Arbeit am Ausbau des Skogabyfalles begann vor ungefähr zwei Jahren und wurde zeitenweise mit einer Arbeiterstärke von über 300 Mann betrieben. Durch den neuen Ausbau kann „südschwedische Kraft" weitere 15 000 PS liefern über die 32 000 PS hinaus, die schon jetzt von Majenfors, Bassalt und Ober- und Unter-Knäred geliefert werden. Dr. S.

Planung einer großen Kraftstation bei Gysinge in Schweden. Augenblicklich spielen vorbereitende Untersuchungen von seiten der Stora Kopparberg Bergslags Gesellschaft längs des Dalälv, um die geeigneteste Art für die Verteilung der Fallhöhen bei einem künftigen Ausbau der ganzen großen Gefällstrecke Gysinge-Söderfors-Untra zu ermitteln. Absicht soll sein, künftig eine große Kraftstation bei Gysinge anzulegen. Die Fallhöhe dortselbst dürfte dadurch bedeutend erhöht werden können, daß der Fall bei Söderfors durch umfangreiche Schachtungsarbeiten gesenkt wird.

Kraftübertragung Norwegen-Dänemark. Der skandinavische Kraftübertragungsausschuß in Stockholm unter Vorsitz des Generaldirektors Stuevold Hansen hat seine Verhandlungen abgeschlossen und es ist von einigen Teil-

Digitized by Google

nehmern an den Verhandlungen verbreitet worden, daß der Plan einer Kraftübertragung von Norwegen nach Dänemark bis auf weiteres infolge der ungünstigen Lage am Kapitalmarkte aufgegeben worden sei. Generaldirektor Hansen hat dies indes für ein Mißverständnis erklärt und bemerkt, daß der Ausschuß seine Arbeiten fortsetzen werde. In naher Zukunft soll ein eingehender Bericht über die Verhandlungen des Ausschusses ausgegeben werden. Auf der Konferenz wurde ein Unterausschuß, bestehend aus je zwei Mitgliedern von jedem Land, eingesetzt, um die geldlichen, verwaltungs- und juristischen Seiten der Sache zu erörtern. Auch Hansen ist der Anschauung, daß der gegenwärtige Zeitpunkt für die Durchführung des Planes nicht der beste sei, aber, wie gesagt, aufgegeben sei der Plan nicht. D. S.

Neue Niagarawerke. Die Ausnutzung des Niagara, dessen Arbeitsvermögen auf 7 000 000 PS im Jahresdurchschnitt geschätzt wird, wächst ständig.

So geht gegenwärtig die Anlage von Queenston-Chippawa auf der kanadischen Seite ihrer Vollendung entgegen. Sie umfaßt den Einfang bei Chippawa am oberen Niagara, die Erweiterung und Vertiefung des Wellandflusses auf 7,2 km Länge zwischen Chippawa und Montrose, 13,6 km Werksgraben zwischen Montrose und dem Vorhof (Wasserschloß) bei Queenston, Druckröhren von je 137 m Länge zwischen dem Vorhof und den Turbinen, das Krafthaus und den 67 m langen Untergraben. Vom Höhenunterschied von 99,7 Meter zwischen Erie- und Ontariosee sollen nur 3,6 m zur Überwindung der Widerstände in der Zuleitung dienen. Der Wellandfluß und die anstoßende Grabenstrecke haben im allgemeinen 45,7 m Sohlenweite, zweifüßige Erdböschungen und 10,7 m Wassertiefe erhalten; an den Erdgraben schließt sich ein Felseinschnitt mit senkrechten Wänden an, der zu unterst als Betonbett von 14,6 m Lichtweite ausgebildet ist. Zur Kreuzung einer eingetieften Strecke, des Whirlpooles (Wirbelpfuhles), dessen Boden aus Ton und Fließsand besteht, wurde erst eine Steinschüttung durchgeführt, dann in ihr ein Bett von Dreiecksquerschnitt ausgehoben und mit Beton verkleidet. Die Grabungen begannen im Mai 1917, einen Monat später kamen die mächtigen Löffelbagger in Betrieb und im Dezember 1921 war, nachdem zeitweise 8100 Mann an ihm gearbeitet hatten, der Kanal fertig. Im ganzen gab es 11 100 000 cbm Erdaushub, 3 700 000 cbm Felssprengung, 400 000 cbm Betonbereitung. Besondere Schwierigkeit bietet dortzulande das Eis. Man führte daher im Einfang nicht nur eine Eiswand auf, mit rechteckigen Öffnungen unter dem Wasserspiegel, sondern legte von der Eiswand aus noch sechs Betonschöpfröhren von 206 m Länge in den See hinein. Jedes Rohr erweitert sich gegen die Wand hin und bezieht sein Wasser durch einen Schlitz, der sich von 30 cm am Ende im See auf 1,2 m Lichtweite am Binnenende verbreitert und mit 15 m Abstand von der Eiswand aufhört, so daß er kein Ufereis ins Rohr schafft. Im Winter wurden die erwähnten rechteckigen Öffnungen der Wand verschlossen und fließt alles Triebwasser durch die Schöpfröhren in den Vorhof.

Zur Aufstellung gelangen zunächst fünf Turbinen, welche von je 49,5 cbm/sec. beaufschlagt, je 55 000 PS leisten sollen und hiemit die mächtigsten Turbinen der Welt darstellen. Ihre Tourenzahl bei Vollbetrieb beträgt 187½ in der Minute. Der gewaltige Wasserdruck erforderte bei den großen Durchmessern besondere Vorkehrungen. Eine neuartige Nietverbindung im Gehäuse, eine Labyrinthdichtung zwischen diesem und der senkrechten Triebwelle und eine derartige Verbindung der Leitschaufeln mit dem Reglerring, daß sich die Leitschaufeln beim Schließen immer langsamer drehen, werden als besonders beachtenswert hervorgehoben.

Die Kanadier sollen nicht allzulange den Rekord behaupten. Bereits hat die Niagara-Falls-Power-Co. beschlossen, ihre auf der amerikanischen Seite des Stromes gelegenen Anlagen zu vergrößern. Die genannte Gesellschaft betreibt heute Turbinen in einem stromauf vom Wasserfall abgeteuften Schacht, aus dem das ablaufende Wasser durch einen langen Tunnel stromab vom Wasserfall in den Stromunterlauf gelangt und sie besitzt auch einen langen Obergraben, der das Beaufschlagungswasser Krafthäusern zuführt, die selbst am Stromunterlauf liegen. Da ist es nun von Belang, daß diese Krafthäuser sich beträchtlich stromab von der Mündung des erwähnten Tunnels befinden, also mehr Flußgefälle (wenn auch nicht soviel wie das kanadische Werk) ausnutzen. Die amerikanische Gesellschaft will nun die Schachtturbinen außer regelmäßigen Betrieb setzen und das Wasser, das sie bisher betätigte, zu einer neuen Anlage am Stromunterlaufe in die Nähe der bestehenden dortigen Krafthäuser leiten und hier 3 Turbinen einbauen, die bei 65,5 m Nutzhöhe je 70 000 PS leisten sollen. Fh.

(Power 6., 27. Juni, Bd. 55, S. 894, 1000 ff., 11. Juli B. 56, S. 40 ff.)

Talsperren

Riesen-Talsperrenprojekt in Amerika. Für die Ausnützung der Wasserkräfte des Koloradoflusses, eines reißenden Gebirgsflusses, der sich infolge seines großen Gefälles im Laufe der Jahrtausende bis zu 600 m Tiefe ins Gebirge eingefressen hat, soll eine Talsperre von riesigen Dimensionen erbaut werden. Es liegen zwei Projekte vor. Das der Staatsforstverwaltung sieht einen 182 m hohen Staudamm am Boulder-Cañon, dasjenige der südkalifornischen Edisongesellschaft, das wohl ausgeführt werden dürfte, einen solchen von 151 m bei Lees Ferry am Glen-Canyon vor. Der Fluß dort ist sehr tief in die Felsen eingeschnitten, so daß der Bau einer derartigen Sperre dort ohne allzu hohe Kosten und große technische Schwierigkeiten möglich ist. Der Kolorado, der die Staaten Nevada, Utah, Wyoming, Kolorado, Neumexiko und Kalifornien durchfließt, hat ein Einzugsgebiet von nicht weniger als 250 000 amerikanischen Quadratmeilen. Er gestattet die Nutzbarmachung von 4 350 000 PS. (!). Die zu erbauende Talsperre soll jedoch nicht nur den Ausbau der Wasserkräfte ermöglichen, sondern sie soll gleichzeitig der Hochwasserregulierung und der Bewässerung von 900 000 ha Land dienen. Das staatliche Wasserkraftamt hat der genannten Edisongesellschaft vorläufig den Ausbau von 2 500 000 PS. genehmigt. Für die Zukunft Südkaliforniens ist die Verwirklichung dieses Planes von größter Bedeutung. Während 1920 allein die Bevölkerungszahl der Stadt Los Angeles um 100 000 Seelen, d. h. 17 Proz., zugenommen hat, wurden im gleichen Zeitraum nur 50 000 PS. an elektrischer Energie neugewonnen. Durch die Talsperre kann in dem tiefeingeschnittenen Flußbett ein 320 km langer Stausee mit einem Fassungsvermögen von 49 200 Millionen cbm, d. h. zweieinhalbmal so viel als die jährliche Niederschlagsmenge des Einzugsgebietes beträgt, geschaffen werden. Durch den Bau der Talsperre würde der heute nicht für Verkehrszwecke geeignete Fluß auf eine Länge von 480 km schiffbar gemacht. Heute schwanken im unregulierten Flußlaufe die sekundlichen Wassermengen zwischen 980 und 56 000 cbm. Das nutzbare Gefälle des Flusses be-

Digitized by Google

trägt etwas mehr als 1000 m; dies sind mehr als 15mal so viel als das ausgenützte Gefälle der weltbekannten Niagarafälle. Nach dem Einbau der geplanten Talsperre stünde eine sekundliche Nutzungswassermenge von 500 cbm zur Verfügung. Von der zu gewinnenden elektrischen Energie, die mit 220 000 Volt ferngeleitet werden soll, könnten für die vorläufige, teilweise Elektrisierung der Eisenbahnen etwa 35 Proz. abgenommen werden. Die restliche Menge stünde den vielen Farmen, Bergwerken, Industrieunternehmungen, Städten usw. zur Verfügung. („Tiefbau".)

Wasserbau

Die Grundwasserabsenkung beim Bau der neuen Schleuse im Södertälje in Schweden. Der Bau der neuen Södertälje-Schleuse zwischen Mälarsee und Ostsee, die einer Verbesserung des Schiffahrtsverkehrs dienen soll, wurde von der schwedischen Wasserfalldirektion gleichzeitig mit der Erweiterung des Södertälje-Kanals im Jahre 1920 vorgenommen. Die Schleuse erhält eine Gesamtlänge von rund 178 m, eine nutzbare Breite von 20 m und eine nutzbare Tiefe von 7,5 m. Die Gesamtausführung wurde der Siemens-Bauunion, G. m. b. H., Berlin, übertragen. Dipl.-Ing. Stollberg veröffentlicht in Heft 8/1922 der „Siemens-Zeitschrift" über die Gründung dieses Bauwerks bei abgesenktem Grundwasserspiegel die nachstehend auszugsweise wiedergegebenen Einzelheiten.

Die Bodenverhältnisse sind entsprechend der geologischen Entstehung der Baustelle, die in einem alten Gletschertal liegt, denkbar ungleichmäßig. Schichten von Kies verschiedenster Korngröße und durchsetzt von erratischen Blöcken wechseln mit Schichten von teils losem Sand, teils festgelagertem Triebsand und solchem aus Lehm und Ton ab. Namentlich die letzteren Schichten stellen ja jede Grundwasserabsenkung wegen ihrer häufigen Falten- und Muldenbildung vor schwierige Aufgaben.

Um festzustellen, ob bei diesen Bodenverhältnissen und im Hinblick auf die unmittelbare Nähe des alten Kanals und eines kleinen Sees, den ersterer mit der Ostsee verbindet, überhaupt eine Senkung des Grundwasserspiegels (es kam eine Absenkung von 12—13 m in Frage), möglich, sodann ob diese wirtschaftlich sei, wurden von der schwedischen Wasserfalldirektion in den Jahren 1917/19 mit größeren Unterbrechungen Pumpversuche und eingehende Berechnungen angestellt, die günstige Ergebnisse zeitigten. Im Juli 1920 wurde die Ausführung der Grundwasserabsenkung einschließlich Vorhaltens des umfangreichen Wasserhaltungsgerätes sowie die mit dem Fortschreiten der Absenkung vorzunehmende Ausschachtung der Erdmassen, etwa 130 000 m³ durch die Siemens-Bauunion in Angriff genommen.

Als Brunnentyp wurden Mantelrohre von 400 mm Durchmesser gewählt. Die Filterrohre, deren perforierter Teil je nach den vorgefundenen Schichten verzinnte Kupfertresse Nr. 10, 8, 6 oder keine Tresse erhielten, hatten einen Durchmesser von 290 mm; die lichte Weite der Einhängerohre betrug 200 mm, die der Saugleitungen 300 mm und die der Druckleitungen 350—450 mm.

Die Brunnen hatten eine Bohrtiefe von durchschnittlich 11 m. Während der Bohrarbeiten auf den untersten Staffeln waren acht Bohrgeräte in Tätigkeit. Die zahlreichen Blöcke, auf die man während des Niederbringens der Mantelrohre stieß, machten umfangreiche Meißel- und Sprengarbeiten notwendig. Besonders die letzteren waren zeitraubend, da die Rohre, um sie vor Beschädigung zu schützen, nach Einbringen der Sprengladung ein Stück hochgezogen werden mußten; auch mußte bei den Sprengungen stets Rücksicht auf die bereits im Betrieb befindlichen Teile der Wasserhaltung genommen werden.

Gebohrt wurden im Ganzen 105 Brunnen oben geschilderten Typs, davon im Oberhaupt 46, der Rest (59) im Unterhaupt.

Die Anlage des Oberhauptes bestand aus zwei, die des Unterhauptes aus drei Staffeln. Genau betrachtet erhielt auch das Oberhaupt drei Staffeln, von denen jedoch die oberste unter dem Schutze der Wasserhaltung des Unterhauptes als Ganzes um zwei Meter tiefer gesetzt wurde und dann einen Teil der zweiten Staffel bildete. In der Schleusenkammer waren Brunnen nicht erforderlich.

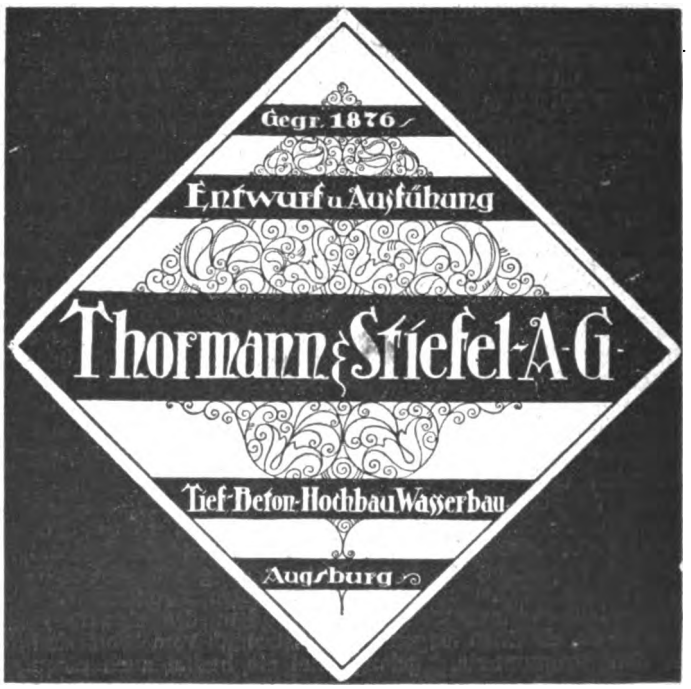
An Leitungen wurden 670 lfd. m Saugleitung von 300 mm und 850 lfd. m Druckleitung von 350—400 mm Durchmesser verlegt. In offenen hölzernen Rinnen von zusammen 350 m Länge wurden die aufgepumpten Wassermengen dem dicht an der Baustelle liegenden See und alten Kanal zugeführt.

An Pumpensätzen wurden 23 Stück, bestehend aus je einer Kreiselpumpe von rund 1,1 m³/Min.-Leistung und je einem Elektromotor von 50 bis 70 PS aufgestellt. Von diesen Pumpensätzen waren jedoch zur Zeit des größten Betriebes nur 14 bis 15 im Betrieb, während die übrigen in den außer Betrieb befindlichen obersten Staffeln bezw. in Bereitschaft standen. Bei diesem Betrieb wurden 2100 s/l. gepumpt und eine Absenkung von 12,80 m im Unterhaupt und 11,90 m im Oberhaupt unter M.W. der Ostsee erzielt. Der Stromverbrauch betrug bei dieser Absenkungstiefe rund 15 000 kWh in 24 Stunden.

Die elektrische Energie wurde als Drehstrom von dem staatlichen Älvkarleby-Kraftwerk in zwei Leitungen geliefert und in zwei auf der Baustelle errichteten Umformerwerken von 6400 auf 380 Volt herabgesetzt. In den Umformerwerken wurden zusammen acht Transformatoren von je 200 kVA aufgestellt, von denen einer in Bereitschaft bezw. zur Versorgung der Arbeitsmaschinen während der Betonarbeiten zur Verfügung stand. Von den Umformerwerken wurde der elektrische Strom in zwei Ringleitungen um die Baustelle geführt, so daß jede Pumpstation sowohl nach dem einen wie nach dem anderen Umformerwerk geschaltet und auf diese Weise mit der einen oder anderen Hochspannungsleitung in Verbindung gebracht werden konnte.

Die schwedische Wasserfalldirektion führte ihrerseits eine Reservekraftstation mit zwei Dieselsätzen von zusammen 570 PS auf. Außer dieser Reservekraft war im Notfalle die Möglichkeit, vom städtischen Elektrizitätswerk Södertälje 120 kW zu erhalten, vorhanden.

Sowohl die Grundwasserabsenkung als auch die Erdarbeiten konnten von Ende November 1920 bis Ende September 1921 ohne Zwischenfälle zu Ende geführt werden.



Digitized by Google

Haben Sie schon

Ihr Abonnement im Betrage von 120 Mark für den Monat Januar bezahlt? Wenn nicht, ersuchen wir, dies sofort zu tun. Nächste Woche werden ohne vorherige Benachrichtigung die bis dorthin unbezahlten Beträge eingezogen. Ersparen Sie sich und uns unnötige Kosten.

Richard Pflaum Verlag.

Geschäftliches

Großkraftwerk Franken A.G. in Nürnberg. Die Gesellschaft hat beschlossen, mit der Rhein-Main-Donau-A.G. eine Betriebsgemeinschaft G. m. b. H. mit dem Sitz in Nürnberg zu gründen. Die G. m. b. H. soll die beiden Kraftwerke Dampfkraftwerk Stein bei Nürnberg und Wasserkraftwerk Kachlet bei Passau gemeinsam betreiben. Das Kachlet-Donau-Wasserkraftwerk ist eines der wertvollsten und billigsten Kraftwerke Bayerns und hat eine Durchschnittsleistung von 30 000 Kilowatt bei einer jährlichen Stromerzeugung bis zu 250 Mill. Kilowattstunden.. Das Dampfkraftwerk Stein bei Nürnberg wird gegenwärtig auf 56 000 Kilowatt ausgebaut. Da die gesamte Leistung des Kachlet-Werkes nach dem Versorgungsgebiet des Großkraftwerks Franken geleitet werden soll, dürfte für eine vollkommen ausreichende Versorgung der fränkischen Industrie mit Strom gesorgt sein.

Betonrohre für Druckleitungen. Um bei Betonröhren eine besonders dichte Verbindung der Stoße für Druckleitungen, sei es für Wasserleitungen, für Kraftanlagen o. ä. verwenden zu können, ist es einmal nötig, die Wandungen zwecks Erhöhung der Festigkeit mit Eisen zu bewehren, also Eisenbeton anzuwenden und andererseits muß man auf eine möglichst dichte und feste Verbindung der einzelnen Rohre bedacht sein. Für eine Druckleitung von 6,5 km, bei welcher eine Gefällhöhe von 6—24 m auftritt, hat man die Armierung mit besonderen Längseisen, die mit Endehaken in die Abschlußringe eingreifen, vorgenommen. Die Längseisen sind durch gewellte Eisenbänder mit der Umfangsbewehrung zu einem starken Gerippe verbunden. Neuartig ist die Dichtung der Rohrenden. Die Rohre haben an jedem Ende eine gußeiserne Ringschelle. Auf der einen Seite ist dieselbe als Muffe ausgebildet, auf der anderen Seite bildet die Muffe einen gußeisernen Zapfenring mit kegeliger

Digitized by Google

Fasung am vorderen Teil und zylinderischer Dichtungsfläche. Der letztere Zapfenring greift in die Muffe des nächsten Rohres ein, wobei ein Bleirohr, welches mit Baumwollseele versehen ist, zum Abdichten dient. Die Rohre müssen mit großer Kraft aneinandergepreßt werden. Die Art der Verdichtung soll sich gut bewährt haben, bedeutet aber bei den heutigen Gußpreisen eine wesentliche Verteuerung. Die Rohre an sich wurden in bekannter Weise in stehenden Formen durch Gußverfahren hergestellt; sonderbarerweise hat man dem Beton 2 Proz. Ton zugesetzt, zweifellos um die Dichte zu erhöhen. Die fertigen Rohre wurden auf eine Temperatur von ca. 40 Grad Celsius gebracht, um ein sofortiges Ausschalen zu ermöglichen.

240
Dr. ing. h. c. Viktor Graf
Ingenieurbüro für Wasserkraftanlagen
Fernsprecher 62026 **MÜNCHEN** Stadtlohnerstrasse 8
In Arbeitsgemeinschaft mit Dr. Ing. Adolf Ludin, Ingenieurbüro für Wasserkraft, Wasserwirtschaft und Elektrizitätsversorgung G. m. b. H., Karlsruhe i. B., Hardtstrasse 86.

Paul Couradt, München
Telef. 53995 Theresienstr. 78

Spezialgeschäft für technische Artikel
Reißzeuge, Rechenschieber, Reißbretter, Schienen, Winkel, Zeichen- und Lichtpauspapiere u. s. w.
185

Ständiges Lager in
Elektromotoren
Zählern, Glühlampen, sowie Installationsmaterial
Berlin & Co.
Nürnberg.
356

Zu kaufen gesucht
ein nur ganz gut erhaltener, starker
Schwimmbagger
mit mindestens 5 Meter Tiefgang, wenn möglich mit Rüttelwerk und Sortiervorrichtung zur Kiesausbeutung. Samt Elektro- oder Benzinmotor. Äusserste Preisofferten mit näherer Beschreibung und System sind zu richten unter Chiffre O. F. 8311 Z an „Ala", Abteilung C — Asl. —, Berlin SW. 19.
352

Bahr's Normograph

Schriftschablonen
D. R. P. für Industrie, Handel, Gewerbe
Korrekte Druckschrift
267 Prospekte kostenlos
P. Filler, Berlin S42

Spiral-Turbinen
für hohe Gefälle und kleine Wassermengen liefert ab Lager
Dipl.-Ing. H. Korhammer
Technisch. Büro für Wasserkraftanlagen
Augsburg F. 213

Carl Gutmann
München
Techn.-Büro
Schwindstr. 10 Tel. 51749
Reichhaltiges Lager in
Elektromotoren
Anlasser, Zubehör
Treibriemen
355

Hoch-leistungs-Baumaschinen

ALLGEMEINE BAUMASCHINEN-GESELLSCHAFT M.B.H.
FERNRUF: 24898 LEIPZIG 86 K DITTRICHRING 15
253

Bei allen Anfragen bitten wir höflichst :-: :-: Bezug nehmen zu wollen auf
„DIE WASSERKRAFT"

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 3 **München, 1. Februar 1923** **18. Jahrgang**

Kolksichere Sturzböden[1)]

Von Dr. Ing. August Läufer.

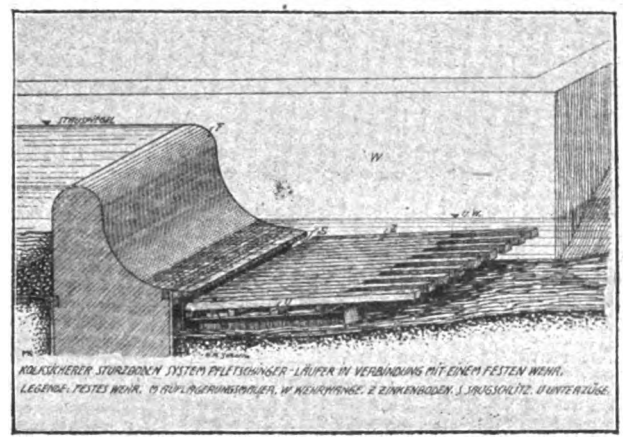
Bei allen Einbauten, welche in fließenden Gewässern zur Ausführung gelangen, insbesondere aber bei Stauwerken aller Art, tritt normalerweise als unerwünschte Folgeerscheinung die sogenannte Kolkbildung auf. Dieselbe wird in erster Linie durch den von solchen Bauwerken verursachten Gefällsbruch hervorgerufen. Die Neigung des Wassers, Hindernisse, welche sich ihm entgegenstellen, gewaltsam zu beseitigen, führt zur Kolkbildung. Diese ist ihrerseits bestrebt, die Hindernisse zu untergraben, um dadurch ihr Versenken in die Flußsohle zu bewirken, sofern eben die Hindernisse dem Abtransport durch das Wasser zu großen Widerstand entgegensetzen.

Um diese Zerstörungsarbeit des Wassers möglichst zu behindern, oder um ihr Einhalt zu tun, wurden bisher verschiedene Mittel zur Anwendung gebracht, welche sich meist darauf beschränken, durch Einbringen von schwerem Steinmaterial, Faschinen etc., den entstandenen Schaden zu beseitigen, bzw. die ursprüngliche Sohlenform wieder herzustellen. Andere Mittel trachten, die Sohle des Gerinnes auf die ganze Länge der Umbildungsstrecke derart zu befestigen, daß in absehbarer Zeit ein merklicher Angriff auf die Sohle nicht mehr erfolgt. Wieder andere Mittel versuchen, die Kolkbildung vom Bauwerk weg flußabwärts derart zu verlegen, daß ein Zurückgreifen des Kolkes bis zum Fundament nicht erwartet werden kann, oder man geht direkt darauf hinaus, die Fundierung so tief zu führen, daß sie nach menschlichem Ermessen noch unter den tiefsten Punkt des zu erwartenden Kolkes greift.

Die große Kostspieligkeit aller dieser Methoden liegt auf der Hand. Sie erfordern entweder große Erhaltungskosten zufolge dauernder Bauarbeiten oder große Investitionskosten bei der Fundierung des Stauwerkes, bzw. des Sturzbettes. Diese Kosten erscheinen ohne weiteres erklärlich, wenn man in Betracht zieht, daß sie aufgewendet werden müssen, um die Folgen einer unnötigen Arbeitsleistung des nicht zum Betriebe verwendeten Überwassers von praktisch endloser Dauer zu beseitigen.

Der sogenannte kolksichere Sturzboden verfolgt im Gegensatz zu den bisher bekannten Methoden der Kolkverhütung oder der Kolkbeseitigung den Zweck, die oben genannte, für das Bauwerk schädliche Arbeitsleistung des Wassers zur Kolkauffüllung, bzw. zur Kolkverhinderung, heranzuziehen. Er stellt als solcher eine Einrichtung vor, welche am Fuße des zu schützenden Bauwerkes durch Ausnützung der Arbeitsleistung des von demselben beschleunigten Wassers die Anlandung eines Schotterkörpers verursacht. Dieser Schotterkörper schützt den Fuß des Bauwerkes vor jedwedem Angriff, da zuerst seine Zerstörung erfolgen müßte, bevor das Wasser auf die Bauwerksfundamente wirken kann. Es wird also die früher dem Bauwerk schädliche Arbeit des Wassers zu einer nützlichen Tätigkeit, d. i. der Zuführung von Schotter zum Fundament konstant herangezogen, so daß die Kosten für die Wiederherstellung der Erosionsarbeit zufolge der Tätigkeit des Wassers entfallen, nachdem das Wasser wieder das aufrichten muß, was es vorher zerstört hat.

Der dem Prinzipe des Sturzbodens zugrunde liegende Gedanke ist so einfach, daß die unausbleibliche Wirkung auch von jedem Laien auf den ersten Blick erkannt wird. Gelingt es an der Sohle des Kolkes, bzw. des Flußbettes, eine gegen das Bauwerk gerichtete Strömung zu erzeugen, so müssen die Geschiebeteile, von denen die Flußsohle gebildet wird, gegen das Fundament des Bauwerkes, in stromaufwärtiger Richtung geschleppt werden. Zur Erzeugung dieser Strömung wird die lebendige Kraft des über oder zwischen den Staukörpern abgeführten Wassers herangezogen.

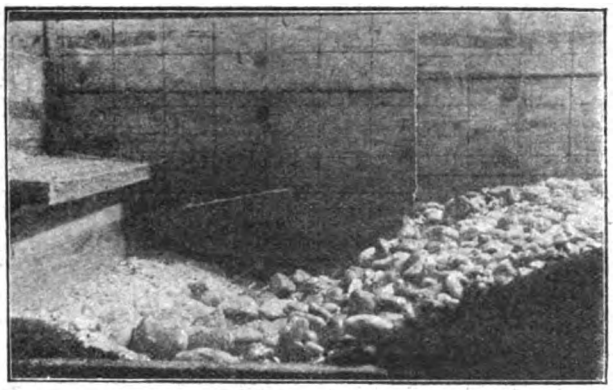


Figur 1

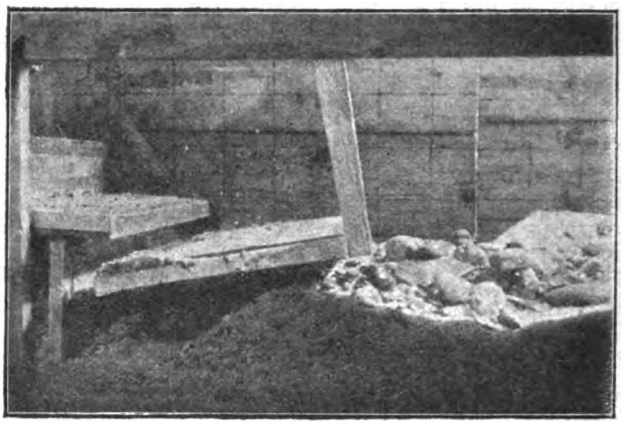
Wie Fig. 1 zeigt, besteht der Sturzboden aus einer Platte, die am Fuße des Bauwerkes so angeordnet wird, daß zwischen ihrem stromaufwärtigen Ende und dem Stauwerk ein Schlitz verbleibt. An dem Stauwerk selbst wird ein spornförmiger Übergriff angebracht, welcher den Zweck hat, das überfallende Wasser unter dem richtigen Neigungswinkel auf die Sturzbodenplatte zu führen, und das durch den Schlitz von der Unterseite der Platte zur Oberseite derselben strömende Wasser umzuleiten. Das über die Wehrkrone abstürzende Wasser schießt mit großer Geschwindigkeit über den Schlitz und saugt ähnlich wie eine Wasserstrahlpumpe durch denselben Wasser von der Unterseite der Platte an. Bekanntlich entsteht in jedem Wasserspiegel an jener Stelle, wo große Wassergeschwindigkeiten unvermittelt in geringere übergehen müssen, der sogenannte Wassersprung. Derselbe tritt beim Sturzboden entweder noch auf der Platte, oder am Ende derselben auf. Es steht also der Wasserspiegel am Ende des Sturzbodens höher wie über dem Schlitz. Diese Erscheinung tritt zu der Saugwirkung am Schlitz hinzu und bewirkt ein ungemein heftiges Strömen des Wassers an der Sohle des Kolkes. Je heftiger das Wasser über den Sturzboden strömt, oder je mehr die Wassermassen, die das Bauwerk passieren, an-

[1)] Die Druckstöcke für die Bilder wurden von der Lizenzinhaberin der Firma J. Pfletschinger & Komp., technisches Projektierungs- und Baubüro, Wien III, Ungargasse 10, dem Verfasser in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt.

Digitized by Google



Figur 2



Figur 4

wachsen, desto heftiger wird das Strömen unter der Platte in stromaufwärtiger Richtung. Unter dem Einfluß dieses Strömungsvorganges beginnen die Schottermassen unter der Sturzbodenplatte, ähnlich einer Wanderdüne, gegen das Fundament des Bauwerkes vorzurücken und füllen endlich den Raum unter der Sturzbodenplatte völlig auf.

Führt das Wasser größere Schottermengen, wie es bei Hochwasser stets der Fall ist, so werden dieselben am Ende der Sturzbodenplatte von der Gegenströmung erfaßt und unter die Platte hereingezogen, wodurch das Tempo des Verlandungsvorganges ganz besonders beschleunigt wird. Der Sturzboden hält also alle über das Bauwerk gehenden Schottermassen so lange fest, bis er sich gänzlich unterbaut hat. Erst dann beginnt der Schottertrieb in normaler Weise den Wehrort zu passieren.

Die auf dieser Seite stehenden Bilder sind dem bei der Versuchsanstalt für Wasserbau in Wien erliegenden amtlichen Protokoll über die vom Verfasser im Jahre 1920 dort ausgeführten Modellversuche entnommen und werden hier mit Zustimmung der genannten Versuchsanstalt veröffentlicht.

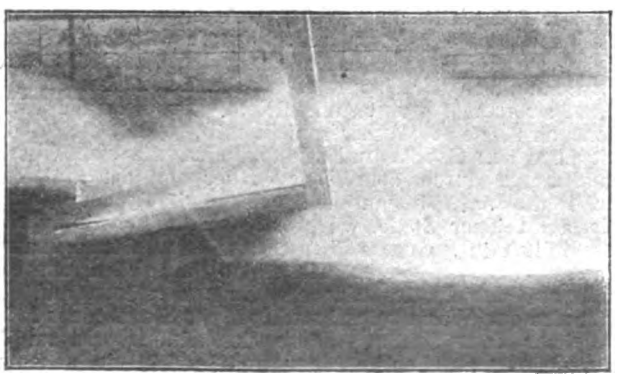
An Hand dieser Bilder werden die einzelnen Phasen des Verlandungsprozesses in anschaulicher Weise verfolgt und zeigt Fig. 2 links das Modellwehr mit Hinterbettung und Fundament, nachdem ein Hochwasser dasselbe passierte. Durch den Wasserangriff ist das ganze Fundament bloßgelegt und die Sohle des Flußgerinnes, welche vor Beginn des Versuches bis in die Höhe der Hinterbettung reichte, wurde bis tief unter das Fundament zerstört. Hierauf wurde, wie Fig. 3 zeigt, das Modell eines Sturzbodens an das Wehr angebaut. Man sieht deutlich den Schlitz, welcher zwischen Wehrfundament und Sturzbodenplatte offen bleibt und wie das Wasser nunmehr über die Sturzbodenplatte hinschießt, an deren Ende sich der Wassersprung bildet.

Fig. 4 zeigt das Modell, nachdem der Sturzboden 10 Min. gewirkt hat. Man sieht das dünenartige Fortschreiten der Anlandung gegen den Wehrkörper hin und das Maß der bereits erfolgten Auflandung gegenüber dem Bild 2.

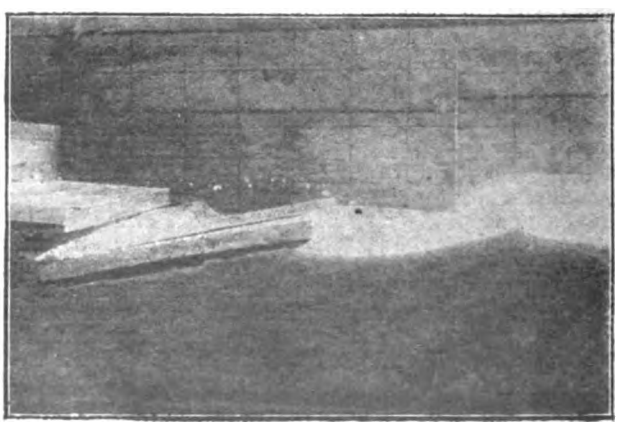
Fig. 5 zeigt das Endstadium bei bereits völlig unterbauter Platte und nachdem das Hochwasser durch längere Zeit die Anlage passiert hatte, so daß der Zustand am Modell bereits stationär geworden war.

Interessant ist es, die Beschaffenheit eines derartig aufgeschlemmten Schotterkörpers zu prüfen. Bei Abheben der Platte zeigt sich, daß auch der feinste Riß sorgfältig ausgefüllt und jede Unebenheit der Platte getreulich an der Oberfläche des Schotterkörpers abgedrückt erscheint. Dabei ist der ganze Schotterkörper von einer Dichte und Tragfähigkeit, wie sie durch künstliche Mittel kaum erreicht werden kann.

Bildet sich hinter der Sturzbodenplatte aus irgendwelchen Gründen eine Auskolkung oder sonstige Vertiefung, so beginnt der Sturzboden sofort, dieselbe wieder getreulich aufzufüllen. Ist die Platte gänzlich unterfüllt, so wirkt die Anlage ähnlich wie ein festes Sturzbett, um sofort wieder den Betrieb aufzunehmen, wenn an irgendeiner Stelle eine Kolkung entsteht.

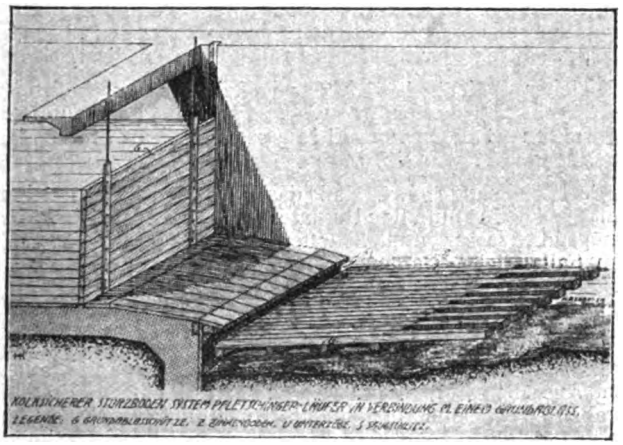


Figur 3

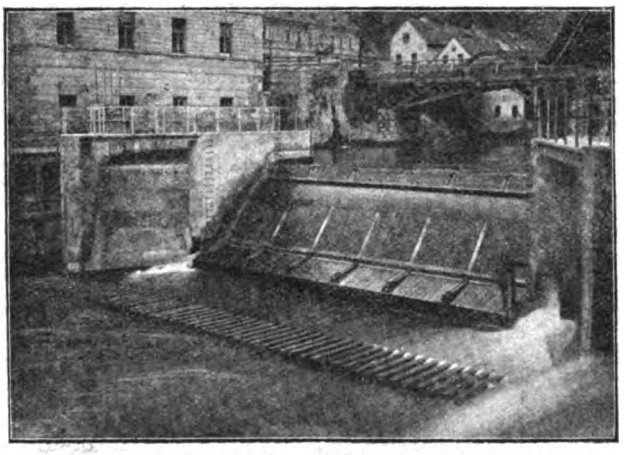


Figur 5

Digitized by Google



Figur 6



Figur 8

Fig. 6 zeigt die Ausführung eines Sturzbodens hinter einem Schützenwehr. Überhaupt ist der Sturzboden für jedes beliebige Wehrsystem anwendbar, gleichgültig, ob das Wasser über, zwischen oder unter dem Staukörper abgeführt wird.

Das Anwendungsgebiet des Sturzbodens ist fast unbeschränkt. Er wird in Grundablässen, Turbinenausläufen, Leerschüssen, zur Sicherung der Sohle verwendet und kann im Flußbau mit Vorteil zur Festhaltung der Sohle bei Flußregulierungen hinter Sohlschwellen usw. dienen. Die weitaus größte Anwendung jedoch findet er als kolksicherer Sturzboden hinter Stauwerken für jede beliebige feste oder bewegliche Stauhöhe.

Fig. 7 zeigt die Ausführung einer Grundablaßsicherung beim Wehr der Papierfabrik Brigl & Bergmeister an der Mur in Steiermark, knapp vor der Inbetriebsetzung.

Die Wehranlage ist als festes Wehr ausgebildet und wurde zur Abführung des Schotters und der Hochwässer in erster Linie der Grundablaß verwendet. Dadurch ergab sich eine starke Überbeanspruchung dieses Organes der Wehranlage, welche sich in Kolken äußerte, die auch die nebenanliegende Floßgasse in ihrem Bestand gefährdete. Nach Einbau des Sturzbodens verschwanden alle Kolkerscheinungen in auffallend kurzer Zeit.

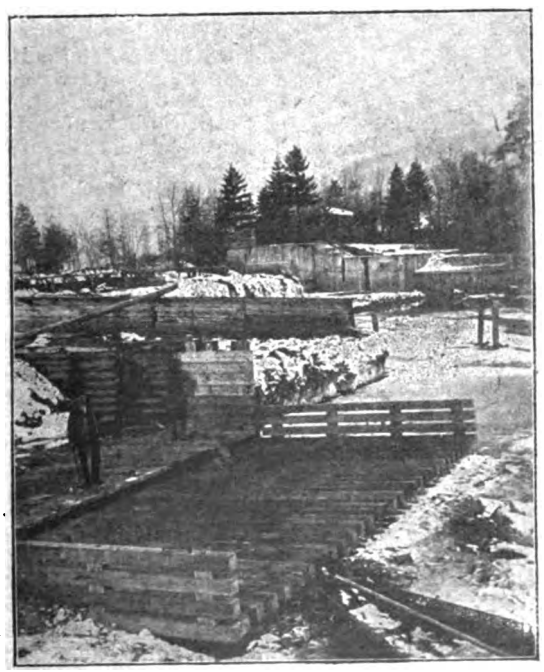
Der Sturzboden ist hier als sogenannter tiefsitzender oder sohlehaltender ausgebildet und liegt auch während der Niederwasserperioden ca. 50 cm unter dem Unterwasserspiegel.

Fig. 8 zeigt das Dachwehr der Firma Felten & Guilleaume in Bruck a. d. Mur mit einem kolksicheren Sturzboden als Sturzbett.

Bei dieser Anlage ist der Sturzboden als sogenannter hochsitzender ausgeführt. Er liegt in diesem Falle in der Höhe des Niederwasserspiegels und verursacht die Anlandung eines dreieckförmigen Schotterkörpers, derart, daß die Verschotterung am Wehrfundament bis zum Schlitz hinaufreicht, während sie am Tafelende von der bestehenden Flußsohle anzusteigen beginnt.

Fig. 9 zeigt den kolksicheren Sturzboden hinter der Wehranlage der Blech- und Eisenwerke Styria A.-G. in Judenburg, während der Montage. Aus demselben kann man die einfache und billige Konstruktion leicht ersehen.

Der Sturzboden besteht aus einem Bohlenbelag, welcher auf Unterzügen festgeschraubt wird, die ihrerseits entweder auf kleinen, seicht fundierten Rippenmauern oder auf einem pilotierten Holzrost gelagert werden. Für sehr große Stau-

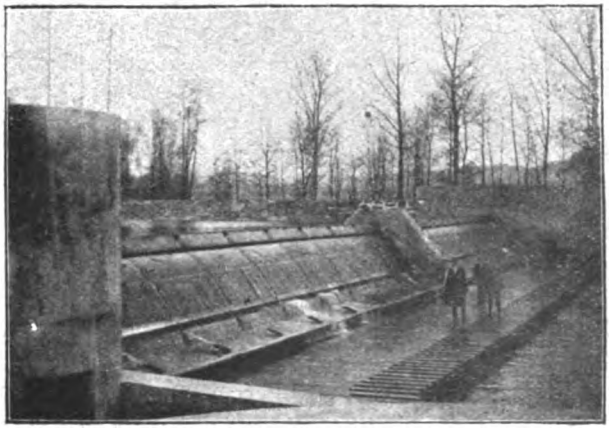


Figur 7

Figur 9

Digitized by Google

höhen kann die Sturzbodenplatte in Beton mit Holzarmierung zur Ausführung gebracht und so auch für die Aufnahme der allergrößten Angriffskräfte geeignet gemacht werden.



Figur 10

Fig. 10 zeigt den Sturzboden der Dachwehranlage der Stadtgemeinde Melk im Erlaufluß in einem Stadium, wo das gesamte Flußwasser durch den Oberwassergraben abgeführt wird, wodurch der Sturzboden fast trocken liegt.

Welcher Beliebtheit sich der kolksichere Sturzboden erfreut, geht am besten daraus hervor, daß im Laufe von 1½ Jahren 18 Bauwerke mit insgesamt 2835 m² Sturzbodenfläche gesichert wurden.

Die Erfahrung lehrt, daß das Auffüllen der bestehenden Kolke in auffallend kurzer Zeit beendet ist, sofern genügend Wasser und Schotter zur Verfügung steht. In dem Fall Brigl & Bergmeister war der 4,70 m tiefe Kolk am Grundablaß bereits drei Tage nach Einbau des Sturzbodens völlig aufgefüllt.

Unter dem Druck der heutigen Verhältnisse ist jeder Besitzer von Kraftanlagen gezwungen, nicht nur die laufenden Ausgaben für Wehrsicherungen auf ein Mindestmaß herabzusetzen, sondern auch die Investitionskosten so niedrig wie möglich zu halten. Gerade diese beiden Bedingungen erfüllt der kolksichere Sturzboden voll und ganz, so daß diese Neuerung auf dem Gebiete des Wasserbaues einen großen volkswirtschaftlichen Fortschritt gerade bei solchen Ländern darstellt, deren Energiewirtschaft, wie in Deutschland und Österreich in hohem Maße auf die Wasserkraft angewiesen ist.

Die staatliche Landeswasserversorgung in Württemberg

Von Baurat Hannemann. Fortsetzung.

Die Zuleitung zum Versorgungsgebiet.

Das Wassergewinnungsgebiet liegt von dem Mittelpunkt des Hauptversorgungsgebiets der Stadt Stuttgart, in der Luftlinie gemessen, rund 86 km entfernt. Die reinen Baukosten der Rohrleitung wären bei einer möglichst geradlinigen Verbindung beider Gebiete am billigsten geworden. Wie aber bereits erwähnt, liegt zwischen der Donauniederung und dem Versorgungsgebiet die Schwäbische Alb als natürliches Hindernis. Die gradlinige Trasse hätte eine Mehrförderhöhe von 80 m zur Folge gehabt. Es wurde daher eine solche Linienführung gewählt, bei welcher Baukosten der Leitung und kapitalisierte Förderkosten eine Mindestsumme ausmachen und eine möglichst große Anzahl bisher noch nicht versorgter Gemeinden vorteilhaft angeschlossen werden konnte. Diesen Bedingungen entspricht die Führung der Leitung entlang dem Brenz-, Kocher- und Remstal. Mit Rücksicht auf den Rohrdurchmesser und die Wasserführung der Leitung wurde angestrebt, die Trasse im einzelnen so zu wählen, daß der Betriebsdruck möglichst niedrig gehalten wird und bei etwaigen Rohrbrüchen bewohnte Plätze, Kunstbauten, Bahnlinien u. dergl. nicht gefährdet werden. Zu Rutschungen, Bodensenkungen oder ähnlichen gefahrbringenden Veränderungen geneigtes Gelände wurde soweit wie möglich umgangen; ebenso wich man solchem Gelände aus, welches teuere Wasserhaltung oder Rohrgrabensohlbefestigungen erfordert hätte.

Abbildung 7. Windkessel in den Falleitungs-Zwischenbehältern.

Nach der Art der Wasserbewegung teilt sich der Röhrenstrang in eine Druck- und eine Falleitung; in ersterer mit rund 36 km Länge wird das Wasser maschinell von der Meereshöhe 450 auf den Scheitel mit Meereshöhe 540 gehoben; in letzterer fließt es mit natürlichem Gefälle einem Endbehälter bei Stuttgart mit Meereshöhe 408 zu. Die Länge dieses abfallenden Astes beträgt rund 60 km. Beide Zweige der Leitung haben normal 900 mm Rohrdurchmesser. Strecken mit über 14 Atm. Betriebsdruck wurden als Doppelstrang mit je 600 mm Durchmesser ausgeführt. Zur Herstellung der Leitung wurden sowohl gußeiserne als auch flußeiserne Röhren verwendet. Die letzteren wurden überall da eingebaut, wo der Betriebsdruck über 14 Atm. liegt und die Bodenverhältnisse zu Bewegungen neigen, sowie am Druckstrang dort, wo die Leitung in längeren Rohrstollen verlegt werden mußte, in welchen bei einem Bruch die Gußrohrauswechslung zu große Schwierigkeiten bereiten würde.

Die Linienführung der Leitung hatte die Ausführung einer größeren Anzahl von Kunstbauten zur Folge, von welchen der Osterbuchstollen am Leitungsscheitel am bedeutendsten ist. Dieser Stollen durchbricht die Sperrwand der Schwäbischen Alb in der Gegend von Aalen und bildet damit den kürzesten Übergang von dem Kochertal in das Brenztal; er ist als Wasserbehälter ausgebaut und wird hierdurch zum Bindeglied zwischen Druck- und Falleitung. Zur Vermeidung der Überschreitung höher als der Osterbuchstollen gelegener Geländepunkte mußte die Druckleitung an vier Stellen in Rohrstollen verlegt werden. Die Sohlen dieser Stollen liegen 2,50 m tiefer als die Überfallkante im Einlauf

Digitized by Google

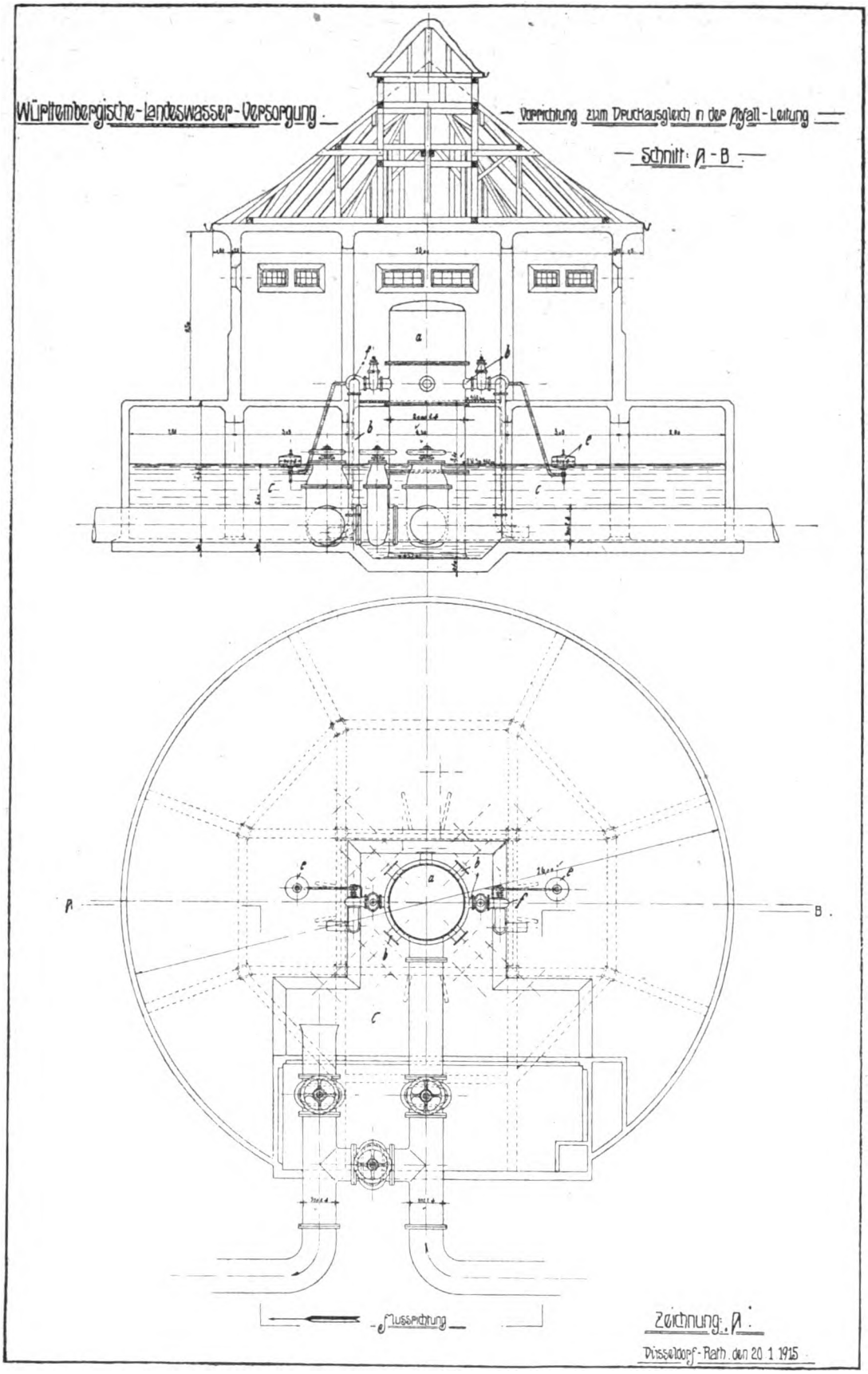


Abbildung 6.

Digitized by Google

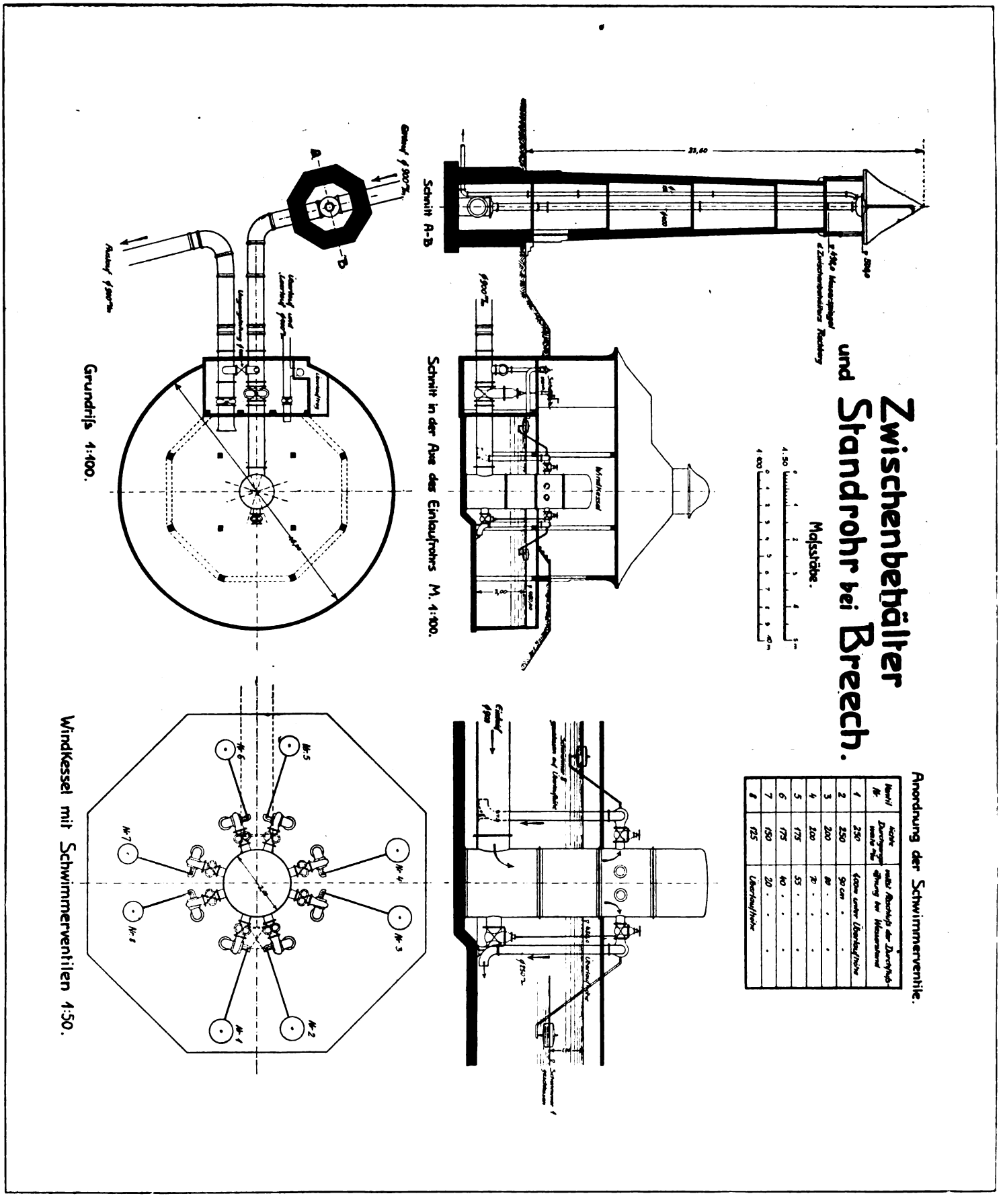


Abbildung 8.

Digitized by Google

des Osterbuchstollens, damit bei Einstellung des Förderbetriebes aus der Leitung kein Nachfließen zum Stollen eintreten kann. Diese Rohrstollen sind durch Schächte zugänglich und begehbar; sie sind nur an solchen Stellen durch Betonwände verkleidet, wo das Gebirge brüchig war.

An der Falleitung wurde durch Einbau von Zwischenbehältern eine möglichste Verringerung der Druckbeanspruchung der Röhren angestrebt. Die Zwischenbehälter wurden überall da erstellt, wo die Drucklinie zwischen Osterbuchstollen und Endbehälter das Gelände anschneidet; insgesamt sind vier ausgeführt. Sie haben je einen Fassungsraum von 600 cbm. Ihre Zubringerleitungen enden in Behältermitte in einem Windkessel von 2 m Durchm., an welchem über Wasserspiegelhöhe acht Auslaufstutzen angebracht sind. Jeder dieser Stutzen ist mit Absperrschieber u. Schwimmerhähnen versehen, von welch letzteren ein Auslaufrohr bis zur Behältersohle führt. Die Schwimmerventile regeln den Zufluß selbsttätig. Zur Durchführung eines allmählichen und stoßfreien Abschlusses treten sie stufenweise in Tätigkeit. Unmittelbar vor der Einmündung der Zuleitungen in die einzelnen Druckregler zweigen Pendelleitungen ab, die dort, wo es die Geländeverhältnisse gestatten, in Auspuffschächten endigen, welche 5 m höher liegen als die vorangegangenen Behälter. Da, wo das Verlegen solcher Pendelleitungen nicht möglich war, wurden an ihrer Stelle entsprechend hohe Standröhren ausgeführt. Diese Pendelleitungen oder Standröhren sollen als Stoßdämpfer wirken für den Fall eines raschen Abschlusses der Schwimmerventile beim Auslösen der unterhalb der Zwischenbehälter eingebauten Rohrbruchklappen oder beim Hochspringen hängen gebliebener Schwimmerblasen. Jeder Zwischenbehälter hat einen Aufbau erhalten zur Aufnahme der Bedienungseinrichtungen. Der Höchstdurchfluß, für welchen die Falleitung berechnet ist, beträgt 750 Sek.-Liter, die mittlere Entnahme 400 Sek.-Liter. Infolgedessen steht bei den Zwischenbehältern nahezu stets Druckhöhe zur Verfügung, welche durch die Schwimmerhähne abgebremst werden muß. Die verfügbaren Druckhöhen sollen künftig zur Kraftgewinnung ausgenützt werden. Druck- und Fallleitung sind selbstverständlich ausgerüstet mit den nötigen Entlüftungs- und Entleerungseinrichtungen, mit Absperrschiebern, Rückschlagklappen und den bereits genannten Rohrbruchselbstschlußventilen unterhalb der Zwischenbehälter.

Abbildung 9. Ansicht des Zwischenbehälters mit Standrohr bei Breech.

Die Behälter.

Der Osterbuchstollen (siehe Abb. 11), das Bindeglied zwischen Druck- und Falleitung, ist, wie oben erwähnt, als Wasserbehälter ausgebaut mit dem Zweck, die Fördermenge im Druckstrang und Abgabe als Falleitung auszugleichen. Sein Fassungsvermögen ist bei 1868 m Länge und 2,10 m mittlerer Füllhöhe rund 12 000 cbm. Zur Ermöglichung von Reinigungs- und Ausbesserungsarbeiten ohne Betriebsunterbrechung ist er zweikammerig ausgeführt. An der Einlaufseite hat er eine durch Aufbau zugängliche Vorkammer. In dieser steigt das vom Druckstrang zugeführte Wasser hoch und fließt über einen vollkommenen Überfall in die beiden Stollenkammern ab. Ein selbstschreibender Pegel gestattet die dauernde Prüfung der Einlaufmengen und einen Vergleich mit den durch den Wassermesser der Förderstation festgestellten Fördermengen. Der elektrische Fernmelder überträgt den Wasserstand im Stollen zum Zeigerwerk in der Förderstation sowie in die Wohnung des Stollenwärters. Diese beiden Stellen sind außerdem durch eine Fernsprecheinrichtung mit dem Osterbuchstollen verbunden. An der Auslaufseite des Osterbuchstollens ist ebenfalls eine mit Aufbau versehene Vorkammer angebaut, in welcher die Bedienungsschieber sowie die Überlauf- und Leerlaufeinrichtungen untergebracht sind.

Zum Ausgleich der Schwankungen in der Tagesabnahme wurde für das Hauptversorgungsgebiet ein Vorratsbehälter erbaut, Endbehälter genannt. Als zweckmäßigster Platz für seine Lage ergab sich mit Rücksicht auf die von ihm ausgehenden Zuleitungen und die Untergrundverhältnisse der Südwestabhang des Kappelberges bei Untertürkheim. Ein Stollenbehälter von 760 m Länge verbindet ihn mit der von Osten herkommenden Falleitung. Diese endigt in einer Vorkammer mit ähnlicher Ausrüstung wie die Zwischenbehälter, damit auch der Zulauf zu dem Endbehälter innerhalb gewisser Grenzen selbsttätig geregelt wird. Das Fassungsvermögen dieses Stollenbehälters, welcher ähnlich wie der Osterbuchstollen mit zwei Kammern ausgeführt ist, beträgt rund 6000 cbm. Der Endbehälter selbst faßt 12 000 cbm. Er besteht aus drei Kammern mit 5 m Wassertiefe, von denen zwei je 3000 cbm und eine 6000 cbm aufzuspeichern vermögen. Insgesamt stehen demnach 18 000 cbm Behälternutzraum am Ende der Falleitung zur Verfügung. Der Endbehälter hat rechteckigen Grundriß; er ist mit Plandecke ganz aus Eisenbeton hergestellt. In die von ihm ausgehenden drei Hauptzuleitungen nach Stuttgart, Ludwigsburg und Eßlingen sind Rohrbruchselbstschlußventile eingebaut, welche in zwei Vorkammern zusammen mit den Bedienungsschiebern untergebracht sind.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Rundschau

Personalnachrichten

Prof. Dr. Ing. Adolf Ludin. Unser geschätzter Mitarbeiter, Dr. Ing. Ludin hat einen Ruf als ordentlicher Professor an der Berliner Technischen Hochschule angenommen. Ludin, geboren 1879 zu Karlsruhe, der sich durch Herausgabe des zweibändigen Werkes „Die Wasserkräfte, ihr Ausbau und ihre wirtschaftliche Ausnutzung" und einer größeren Reihe wissenschaftlicher Abhandlungen auf diesem Fachgebiet im In- und Auslande einen Namen machte, war bereits längere Jahre an der Technischen Hochschule in Karlsruhe als Privatdozent für Wasserwirtschaft und wasserwirtschaftliches Bauwesen tätig und hat sich im badischen Staatsdienst, zuletzt als Oberbauinspektor bei der Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaues in Karlsruhe große Verdienste um den Ausbau der badischen Wasserkräfte erworben. Eine große Reihe von Wasserkraftanlagen wurden nach seinen Projekten und teilweise unter seiner Oberleitung ausgeführt. Bei den neueren großen Wasserkraftprojekten ist Ludin als schätzenswerter Ratgeber tätig. Sein großes Wissen, vereint mit unermüdlicher Arbeitskraft wird ihm in seiner neuen Tätigkeit zahlreiche Freunde und Verehrer erwerben.

Wasserkraftnutzung

Aufnahme einer Staatsschuld für den Ausbau des Walchenseewerkes, der Mittleren Isar und des Bayernwerkes. Im Staatshaushaltausschuß des Landtages wurde einem Antrag der Regierung betreffend Aufnahme einer Staatsschuld für den Ausbau der bayerischen Großkraft-Unternehmungen zugestimmt. Nach der Regierungsvorlage soll die Regierung ermächtigt werden, der bayerischen Staatsbank zur Gewährung verzinslicher Kredite an die Aktiengesellschaften Walchenseewerk, Mittlere Isar u. Bayernwerk die für den weiteren Ausbau der Unternehmungen nötigen Mittel vorschußweise zur Verfügung zu stellen, einen hiefür notwendigen Betrag an Schatzanweisungen auszugeben, ferner der bayerischen Staatsbank gegenüber Bürgschaft für die von ihr diskontierten oder sonst mitunterzeichneten Wechsel der genannten Gesellschaften zu übernehmen. In der Aussprache wurden Mitteilungen über den Stand der Bauarbeiten bei den Werken gemacht, denen zu entnehmen ist, daß die Inbetriebnahme des Walchenseewerkes bis Ende 1923 teilweise, die Inbetriebnahme des Werkes Mittlere Isar in der zweiten Hälfte 1924 in Aussicht steht. Die Hochspannungsleitung des Bayernwerkes wird mit Vollendung des Walchenseewerkes in Betrieb genommen werden können. Der gesamte Aufwand für die Werke stellt sich nach dem Stande vom 1. November 1922 auf rund 23 Milliarden Mark, wovon noch 10,3 Milliarden ungedeckt sind.

Im Ausschuß wurde von allen Rednern betont, daß die Fertigstellung der Werke nach Kräften gefördert werden soll, da unzweifelhaft feststehe, daß, wie sich auch die Verhältnisse gestalten sollten, die Wirtschaftlichkeit und Rentabilität gegeben sei.

Neuartige Turbinenanordnung für hintereinandergelegene Stauweiher. Wenn das aus der Kraftanlage eines Stauweihers kommende Wasser wieder in einem zweiten, tiefer liegenden Weiher gesammelt wird, pflegt man die erwähnte Kraftanlage oberhalb des höchsten Spiegels des unteren Weihers anzulegen. Bei solcher Anordnung wird der jeweilige Höhenunterschied der beiden Weiherspiegel nur dann ganz ausgenutzt, wenn der untere Weiher voll ist, während, wenn sein Spiegel gesunken ist, die Sinkhöhe für die Krafterzeugung verloren geht. Mit diesem Übelstand ist der weitere verbunden, daß die Wassermotoren unter wechselnder Nutzhöhe arbeiten. Professor Forchheimer schaltet daher bei einer ihm patentierten Anordnung die Turbinen in eine beide Stauweiher verbindende Druckleitung ein, vermeidet so jeden Nutzhöhenverlust und erzielt, da die beiden Spiegel gleichzeitig zu sinken und zu steigen pflegen, daß die Turbinen unter fast unveränderlichem Höhenunterschied von Ober- und Unterwasser arbeiten. Ein weiterer Vorteil ist, daß man jeden Unterdruck und damit Luftabsonderungen und ihre Störungen und für den Turbinenbestand schädliche chemische Wirkung vermeidet. Die Platzwahl für das Krafthaus, welches man z. B. anstoßend an die Staumauer des unteren Weihers legen kann, ist freier als bei der gewöhnlichen Anordnung, weil bei letzterer die Höhenlage der Turbinen ziemlich genau vorgeschrieben ist. — Als Nachteil der neuen Anordnung wäre der Kostenaufwand für die längere Rohrleitung zu nennen. Kr.

Talsperrenanlage im Brändbachtale. Im November v. J. ist die von der Stadt Bräunlingen errichtete Talsperrenanlage im Brändbachtale dem Betrieb übergeben worden. Die Sperrmauer dieser Talsperre, die erste ihrer Art in Süddeutschland, ist in Beton und einem beiderseitigen Bruchsteinverblendmauerwerk ausgeführt worden, hat eine größte Mauerhöhe von 17 m über Felssohle (= 14 m über Tal) und eine Kronenlänge von 100 m. Der Stauraum des Beckens beträgt 1 300 000 cbm, sodaß hiermit ein vollkommener Jahresausgleich des Brändbachwassers geschaffen worden ist. Die Seefläche hat eine Größe von 300 000 qm. Der Talsperre ist ein Kraftwerk mit einer Turbinenleistung von vorerst 200 PS angegliedert, in dem das Wasser mit 62 m Gefälle ausgenutzt wird. Für eine weitere Turbine von 300 PS Leistung ist der Raum vorgesehen. Die Gesamtleistung beträgt 1 000 000 kWh. Außer Bräunlingen, wo eine Gleichrichteranlage neu erstellt wurde, werden noch drei Nachbargemeinden mit Strom versorgt. Die gesamte elektrische Energie ist bereits in der Industrie, im Kleingewerbe und in der Landwirtschaft untergebracht Der Kostenaufwand für die Anlage (Talsperre, Kraftwerk und elektrische Einrichtung) hat 20 Mill. Mark erfordert.

Flußregulierungen

Die Regulierung der Weichsel. Nachdem die Verwahrlosung der Weichsel durch neuentstandene Uferverwüstungen und Sandbänke einen derartigen Grad der Verwilderung des Stromes erreicht hatte, daß oft Flöße erst nach Monaten, ja sogar erst nach jahrelanger Reise das Ziel Danzig erreichten, vernimmt man jetzt, daß das polnische Ministerium der öffentlichen Bauten einen umfassenden Plan für den Ausbau der Weichsel ausgearbeitet hat, die besonders im Krakauer Gebiet reguliert werden soll, um die dortigen Kohlenlager besser auszunutzen. Ebenso soll der Nebenfluß der Weichsel, die Przemsa, der frühere Grenzfluß zwischen Oberschlesien und Kongreßpolen, welcher mitten durch das Kohlenrevier geht, eine Regulierung erfahren. Dieser Plan ist die Ausführung einer schon vor dem Krieg zwischen Deutschland und Österreich-Ungarn und Rußland getroffenen Vereinbarung.

Verschiedenes

Walchenseeanleihe. Die Ereignisse im Ruhrgebiet haben den Ausbau der bayerischen Großwasserkräfte und seine Bedeutung für die deutsche Energieversorgung erneut ins Licht gestellt. Denn die Werke werden dem Wirtschaftsleben, vor allem Bayerns, eine sehr fühlbare Erleichterung der Kohlennot und durch die Möglichkeit, jedem in Reichweite der Werke auftretenden Strombedarf zu genügen, neue Befruchtung bringen.

Zur beschleunigten Vollendung ihrer bereits weit vorgeschrittenen Arbeiten haben die bayerischen Großwasserkraftunternehmungen der Walchenseewerk A.-G., der Mitt-

Digitized by Google

An unsere Leser!

Der Abonnementspreis der „Wasserkraft" beträgt im Monat Februar Mk. 240.—. Das unbedruckte Papier einer Nummer unserer Zeitschrift kostet nach dem heutigen Tagespreis für satiniertes Druckpapier Mk. 192.—.

Wie schon mitgeteilt, verbieten uns die hohen Porto- und Schreibkosten in Zukunft für so geringe Beträge besondere Rechnungen zu versenden. Der Bezugspreis der „Wasserkraft" ist wie bei jeder anderen Zeitschrift im Vorhinein zu entrichten. Wir ersuchen unsere Leser, sofort den Betrag von Mk. 240.— auf unser Postscheckkonto München 15109 einzubezahlen. Nach Ablauf von 14 Tagen sind wir gezwungen, den Betrag ohne nochmalige vorherige Benachrichtigung per Nachnahme zu erheben, falls nicht vorher Zahlung erfolgt.

Richard Pflaum Verlag A.G.

leren Isar A.-G. und der Bayernwerk A.-G. die Herausgabe neuer Schuldverschreibungen beschlossen. (Siehe den ausführlichen Prospekt „Walchensee-Anleihe" im Inseratenteil dieser Nummer.) Die wirtschaftliche Bedeutung dieser eng miteinander verbundenen Unternehmungen beruht darin, daß sie gleichsam die Grundlage bilden für die vom bayerischen Staate eingeleitete allgemeine auf Wasserkraft aufgebaute Energieversorgung. Vom „Walchenseewerk" wird in die Gemeinschaft eine Jahreserzeugung von 160 Millionen kWh eingebracht, von der „Mittleren Isar" eine solche von jährlich rund 500 Millionen kWh. Damit bilden diese beiden Großwasserkraft-Unternehmungen die Hauptpfeiler für die Elektrisierung wichtiger bayerischer Bahnstrecken und für das „Bayernwerk", das die Wasserkraft-Elektrizität durch sein 875 km langes 100 000 Volt-Netz über das ganze Land verteilen, und auch den Nachbarländern zuführen wird. Das Bayernwerk wird im Zusammenwirken mit noch anderen Energiequellen einen planmäßigen Ausgleich zwischen Stromerzeugung und Stromverbrauch im Lande herbeiführen. Das sichert Bayern eine rationelle Ausnützung seiner Energiequellen.

Da das „Walchenseewerk" und das „Bayernwerk" bereits zu 75 Prozent fertiggestellt sind und noch in diesem Jahre in Betrieb gehen, wird diese allgemeine Landes-Elektrizitätsversorgung bis Ende 1923 beginnen und ihre segensreichen Wirkungen äußern können. Die Großkraftanlage der „Mittleren Isar", jetzt schon zu 60 Prozent fertig, wird 1924 mit ihrer Stromerzeugung hinzutreten. Heute schon kann nach den vorliegenden Anmeldungen der Absatz der erzeugten Energiemengen zu einem entsprechenden Preis als gesichert gelten, zumal auch außerhalb der bayerischen Grenzen eine lebhafte Nachfrage nach Strombezug aus dem Bayernwerk besteht.

Da zudem der größte Teil der Bauten von den katastrophalen Teuerungsverhältnissen nicht mehr ereilt wurde, so ist die Wirtschaftlichkeit der Unternehmungen außer Zweifel.

Die neue Anleihe bietet einen besonderen Anreiz. Sie ist vom festen zum gleitenden Zinsfuß übergegangen, um den Zeichner an der Entwicklung des Geldwertes zu beteiligen. Dies geschieht durch Anlehnung an den Reichsbankdiskont; die Verzinsung erfolgt zum jeweiligen Reichsbankdiskontsatz abzüglich 2 Prozent, jedoch mit höchstens 15 und mindestens 7 Proz. Zurzeit beträgt die Verzinsung also 10 Prozent.

Neue Wege in der englischen Stromversorgung. Die Erzeugung des elektrischen Stromes und die Verteilung desselben vollzog sich in England bis in die letzten Jahre ganz ohne Ordnung und System nach dem Zufall und nach Maßgabe der lokalen Bedürfnisse und Verhältnisse; einzelne Zentren verfügten nur über eine ungenügende Menge Strom, während andere solchen in Überfülle erzeugten, wobei aber die Fernleitungen zur Abgabe des überflüssigen Stromes an andere fehlten. In den meisten Städten befaßten sich mehrere Gesellschaften oder Einzelunternehmer mit der Stromerzeugung, die alle auf eigene Rechnung und unter ganz verschiedenen Bedingungen arbeiteten. Oft kam es auch vor, daß ein Großunternehmer den von ihm benötigten Strom von zwei oder mehreren Kraftzentralen beziehen mußte und in den meisten Fällen erhielt er ihn unter verschiedenen Spannungen. Man schätzte vor 1919 die Zahl der in England Strom produzierenden Unternehmungen auf etwa 500 und in manchen Städten kam der Strom unter fünf bis zehn verschiedenen Spannungen zur Verteilung. Eine solche mangelhafte Organisation hatte keine großen Aussichten, den infolge des Krieges entstandenen wirtschaftlichen Umwälzungen zu widerstehen, zumal die Nachfrage nach elektrischer Energie fortwährend wuchs. Daß eine Neuregelung der Stromversorgung den bisherigen Zustand ersetzen müsse, sahen nicht nur die Konsumenten ein,

Digitized by Google

sondern auch die Regierung, die nun dem Parlament einen Gesetzesentwurf, die „Electricity Supply Bill", unterbreitet hat, der aber im Parlament noch nicht besprochen worden ist. Nach diesem Entwurf wird Großbritannien in 14 Kraftversorgungsbezirke eingeteilt. In großen Zügen wird darin auch die Stromerzeugung geregelt und vorgeschrieben, daß jedes Netz ganz unabhängig von den bestehenden Kraftzentralen eine bestimmte Anzahl Zentralen haben muß, die nach einem Einheitsmodell erbaut und so angelegt werden sollen, daß sie nach Maßgabe der Nachfrage erweitert werden können. Jede solche Station ist heute auf 3 Millionen Pfund Sterling veranschlagt und die erste wird zur Versorgung von Groß-London durch die „Londoner Elektrizitätsgesellschaft" in Parking (Essex) erstellt. Neben dieser offiziellen Aktion bemerkt man auch bereits eine Tendenz zur Organisation unter den Industriellen selber. Die Nachteile einer zu großen Verzettelung in der Stromerzeugung und -verteilung führen nun zu einer Fusion der verschiedenen Unternehmungen in den Städten und es macht sich auch schon eine Konzentration auf weiterem Boden bemerkbar, die darauf ausgeht, die vielen kleinen Gesellschaften in mächtige große Unternehmungen zusammenzufassen. V. K.

Der norwegische Kraftwerkbau in Bedrängnis. Die Folgen der Lähmung von Industrie und Handel in Norwegen durch Steuern und Schiedsgerichtsentschließung sind auch über die Gemeinden hereingebrochen, besonders die vielen, die sich stark in Neubauten und Kraftanlagen eingelassen hatten. Der Staat nahm 1921 eine Anleihe von 50 Millionen Kronen auf, um die gemeindlichen Kraftanlagen zu stützen. Diese Gelder sind nun verbraucht und der Staat hat von neuem helfend als Vermittler eingreifen müssen unter den vielen betroffenen Gemeinden und Gläubigern. Es soll sich um ziemlich große Beträge handeln, weil recht viele Anlagen in Bedrängnis sind. Dr. S.

Der größte Dreiphasengenerator der Welt. Im „Journal of the American Institute of Electrical Engineers" ist eine Beschreibung der Generatoren wiedergegeben, die von der General Electric Company für die Queenston Station, die der Hydroelectric Power Commission of Ontario gehört, ausgeführt wurden. Da diese Maschinen die größten bisher ausgeführten hydroelektrischen Generatoren sind, dürften einige Angaben über dieselben von Interesse sein.

Die Maschinen sind für eine Leistung von 45 000 kVA vorgesehen bei cos = 0,8, 12 000 Volt, 187 Umdrehungen in der Minute, 25 Perioden. Der Wirkungsgrad ist zu 97,75 Proz. gewährleistet bei voller Belastung und cos $\varphi = 1$. Die Maschinen sind vom lotrechten Typ und mit folgenden Hauptausmaßen:

Außendurchmesser des Stators . . .	8,05	m
Gesamthöhe von der Kuppelung zur Spitze der Erregermaschine . . .	11,1	m
Achsendurchmesser in der Rotornabe .	0,78	m
Achslänge	9,9	m
Achsgewicht	36,5	t (m)
Rotorgewicht	282	t
Generatorgewicht einschl. Erreger . .	568	t
Lagerbelastung	450	t

Der Stator ist in drei Sektoren zur Erleichterung des Gusses und der Beförderung ausgeführt. Trotz dieser Aufteilung stellt jeder von diesen Sektoren für sich ein Gewicht von nahezu 30 Tonnen dar. Die Statorwicklung ist mit Glimmerband isoliert und während des Wicklungsvorganges kompoundiert. Die Leiter sind für Reduktion von Wirbelströmen und zur Erleichterung der Wicklungsarbeit aufgeteilt.

Der Rotor ist aus fünf Stück an der Achse in gegenseitigem Verband festgekeilten Rädern zusammengebaut, die gemeinsam die Pole tragen. Dazu findet sich weiter ein Ring an jedem Ende des Rotors zur Vermehrung der Schwungmasse.

Die Lager sind vom G. E. Regeltyp für größere lotrechte Generatoren. Der stationäre Teil besteht aus einer verhältnismäßig dünnen Stahlscheibe, von Spiralfedern getragen und mit einer in Weißmetall eingegossenen Tragfläche versehen. Die Federung der Stahlscheibe zusammen mit der federnden Unterstützung verhindert das Auftreten örtlicher Druckvereinigungen, die ein Warmlaufen veranlassen könnten. Das Lager wird durch umlaufendes Öl gekühlt.

Die Ventilation dieser Maschinen erfolgt mit Hilfe von Preßluft. Die erforderliche Luftmenge beträgt nicht weniger als ungefähr 4300 cbm für die Minute und den Generator. Die Beförderung so ungeheurer Luftmengen hat natürlich ganz besondere bauliche Anordnungen beim Kraftwerkbau notwendig gemacht. Dr. S.

Schwerer Betriebsunfall am Niagara. Unter dieser Ueberschrift bringt Heft 1 der Elektrotechnischen Zeitschrift nähere Mitteilungen über eine verheerende Generator-Explosion im Kraftwerk der Ontario Power Co. Der Anlaß zum Mißgeschick ging von einem Kurzschluß im Netz aus. Das selbsttätige Abschalten des Kurzschlusses bewirkte eine derartige Entlastung des Stromerzeugers, daß in einem kleinen parallel arbeitenden Werke die Maschinen schon als Motor liefen. Als auch dieses Werk daraufhin zum Schutze seiner eigenen Maschinen abschaltete, trat bei dem Werk der Ontario Power Co. noch weitere Entlastung ein mit dem Erfolg, daß eine Maschine durch die übergroße Drehzahlüberschreitung in Stücke gerissen wurde. Der Schaden im ganzen Kraftwerk bedeutet einen Ausfall von über 100 000 Kilowatt. Nicht zu verstehen ist es, wie eine derartige Drehzahlüberschreitung überhaupt eintreten konnte. Man sollte annehmen, daß bei solchen kostspieligen Anlagen alle nur erdenklichen Sicherheitsmittel vorgesehen wären. Zum mindesten ist doch mit Vorhandensein eines automatischen Geschwindigkeitsreglers zu rechnen, der eine gefährliche Drehzahlüberschreitung hätte verhindern müssen. Jedenfalls weist dieser Unfall erneut auf die Bedeutung von besonderen Sicherheitsvorrichtungen außer dem Geschwindigkeitsregler hin, wie ja auch die Dampfturbinen neben ihrem Geschwindigkeitsregler mit einer Schnellschlußvorrichtung versehen sind Derartige selbsttätige Turbinenabsteller, wie sie nach den Patenten Leffler als Spezialität von der Reglerwerke G. m. b. H., Einbeck, gebaut werden, können an Stelle von oder neben den gewöhnlichen Geschwindigkeitsreglern verwandt werden. Sie bieten bei einfachster und billiger Bauart die größte Sicherheit gegen Drehzahlüberschreitungen, so daß Betriebsunfälle, wie jetzt am Niagara nicht vorkommen können. In den meisten Fällen wird es sogar nicht nötig sein, die Generatoren auf eine hohe Drehzahlüberschreitung (80 Proz.) zu konstruieren, so daß sie sich erheblich billiger bauen lassen als bisher. In Anbetracht der Schwierigkeiten bei der Kapitalbeschaffung für Errichtung neuer Kraftwerke dürfte diesem Umstande die größte wirtschaftliche Bedeutung beizumessen sein.

Die Hochwässer der chinesischen Flüsse bespricht J. R. Freeman in „Proceedings of the Am. Soc. of Civ. Eng. 48 (1922) S. 1113—1167". Am stärksten bedroht ist 1. das über 30 000 qkm große Flachland von Tientsin, aus dem z. B. 1917 mehr als 1 Million Einwohner — größtenteils Ackerbauer — infolge einer Überschwemmung flüchten mußten; 2. das Delta des Hwang-Ho (gelben Flusses), ein Quadrant von etwa 640 km Halbmesser. Die Flußsohle liegt hier höher als das benachbarte Gelände, so daß bei einem Deichbruch der Strom sein Bett ganz verlegen kann, wie dies 1851 und zwar auf 430 km Länge, geschah. Eine Brake im Jahre 1887 brachte mehr als 1 Million Menschen ums Leben. Ein dritter Bruch 1903 verursachte dadurch, daß mehr als 500 qkm Boden 0,9 bis 2,4 m hoch mit Schlamm bedeckt wurden, eine entsetzliche Hungersnot. Man weiß heute noch nicht, welche Maßregeln gegen die Wiederkehr ähnlicher Ereignisse zu ergreifen sind. H. F.

Geschäftliches

Schweizer Kapital für den Ausbau der steierischen Wasserkräfte. Der Weag (Wasserkraft- und Elektrizitätsaktien-

Digitized by Google

gesellschaft) in Steiermark ist es gelungen, eine Schweizer Gruppe für den Ausbau der steierischen Wasserkräfte im allgemeinen und für den beschleunigten Ausbau der unteren Teigitsch-Werke im besonderen zu interessieren. Diese Gruppe ist bereit, bei entsprechenden Sicherstellungen, sich finanziell an dem Ausbau der Weagwerke bis zu dem Betrag von vier Mill. Schweizer Franken zu beteiligen. Der Antrag der Landesregierung geht dahin, für die Verzinsung und Tilgung des Auslandskapitals bis zur Höhe von fünf Mill. Schweizer Franken die Garantie für das Land Steiermark zu übernehmen und allenfalls Realbesitz des Landes hypothekarisch zu belasten.

Literatur

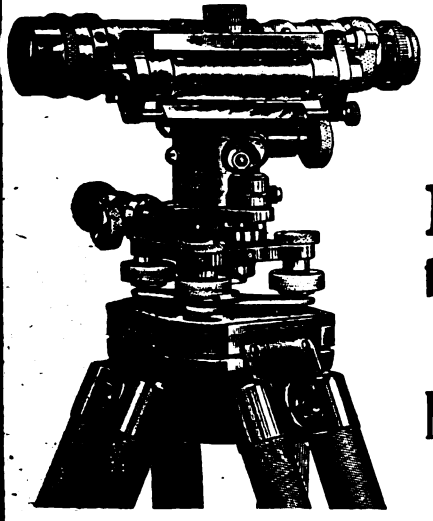
Zeitschriftenschau.

Wasserkraftnutzung. Die elektrische Ausrüstung der kalifornischen Kraftwerke von 220 000 V. „Génie Civil", 80. Bd., 1922, Nr. 13, S. 301, 1 Abb. (Schaltungsskizzen des Wasserkraftwerkes von Big Creek Nr. 8.)

— Wasserkraftwerk von Fully (Schweiz). C. Dantin. „Génie Civil", 80. Bd., 6. Mai 1922, 18, S. 393 bis 397, 14 Abb.; 13. Mai 1922, 19, S. 423—427, 4 Abb. (Eingehende Beschreibung des Kraftwerkes, das einen Wasserfall von 1650 m ausnutzt.)

Talsperren. Bemerkungen über die Berechnung von Talsperren mit bogenförmigem Grundriß. Von G. Pigeaud. „Le Génie Civil" 1922, Bd. 81, Nr. 5, S. 106—108, 1 Abb. (Berechnung der Talsperren — ins-

KÖLNER MESSE
6. BIS 12. MAI 1923
MESSEAMT KÖLN



ZEISS
Nivellier-Instrumente
für Vermessungen, Bauarbeiten, Absteckungen usw.
Sehr leistungsfähige und trotzdem leichte Instrumente
145
Nivellierlatten und Winkelprismen.
CARL ZEISS JENA
Druckschrift „Geo 65" kostenfrei

Digitized by Google

besondere bei Anlagen in tief eingeschnittenen und engen Tälern — als eingespannter Bogen.)

Buchbesprechungen

Neue Wasserturbinen und Turbinenregler. Gemeinverständlich dargestellt für Bau- und Maschinen-Ingenieure, Wasserbautechniker, Wasserkraftbesitzer, Betriebsleiter sowie zum Selbstunterricht. Mit 82 Abbildungen und zwei Tafeln Turbinenanlagen, Ausführungsbeispielen und einem Anhang, Tabellen und allgemeine Daten für das hydraulische Rechnen. Von Wilhelm Müller, beratender Ingenieur. 180 Seiten. (Franckhs Technischer Verlag, Dieck u. Co., Stuttgart). In Halbleinen gebunden, Novemberpreis 1800 M.

Mit Herausgabe des vorliegenden Werkes hat sich der Verfasser zum Ziele gesetzt, die durchgreifenden Umgestaltungen und praktischen Resultate, die auf dem Gebiete des Turbinenbaues im letzten Jahrzehnt zu verzeichnen sind, möglichst erschöpfend zu behandeln. Der Verfasser — ein Fachmann auf dem Gebiete der Wasserturbinen — hat hier aus der Praxis heraus eine Einführung in den Turbinenbau geschrieben, die besonders das praktische Bedürfnis des Bautechnikers und des Maschinenbauers, des Wasserkraftbesitzers und nicht zuletzt auch des Betriebsleiters in Betrachtung zieht. Unter Berücksichtigung der neuesten Fortschritte wird eine Anleitung zu sachgemäßer, konstruktiver Ausgestaltung von Turbinen für die verschiedensten Wasser- und Gefällsverhältnisse mit Ausführungsbeispielen aus dem Turbinenbau des In- und Auslandes gegeben. Eine reiche Fülle von Abbildungen, Bilder- und Zahlentafeln unterstützt und veranschaulicht das geschriebene Wort. Das Buch, wird allen denjenigen, an die es sich seiner Anlage und Ausführung nach wendet, in hohem Maße dienlich sein. Jedem an den Turbinenanlagen Interessierten sei dieser praktische Helfer und Leitfaden bestens empfohlen. Kr.

Die Fördermittel. Einrichtungen zum Fördern von Massengütern und Einzellasten in industriellen Betrieben. Von Oberingenieur O. Bechstein. Mit 68 Abbildungen im Text (92 S.), kl. 8°. Aus Natur und Geisteswelt, Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen Bd. 726.) Kart. M. 38.40, geb. M. 48.—, Preisänderung vorbehalten. Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1922.

Mehr denn je haben die letzten Jahre gezeigt, von wie großem Einfluß die Art der Bewegung von Rohstoffen, Halbfabrikaten, Fertigerzeugnissen und Abfallstoffen auf Leistung und Wirtschaftlichkeit von Fabrikbetrieben ist. Ohne eine restlose Ausschöpfung der neuzeitlichen Mittel für rasche und billige Materialbewegung erscheint der Wiederaufbau unseres Wirtschaftslebens in weite Ferne gerückt, wenn nicht ganz unmöglich. Das soeben in der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" erschienene Bändchen, das Aufbau und Wirkungsweise, Vorteile und Nachteile dieser Einrichtungen von der einfachsten Schurre bis zur modernen Gleisanlage, Drahtseil- und Elektrohängebahn schildert, gehört daher als praktischer, unentbehrlicher Führer für die richtige Auswahl in die Hand eines jeden, der im industriellen Leben steht.

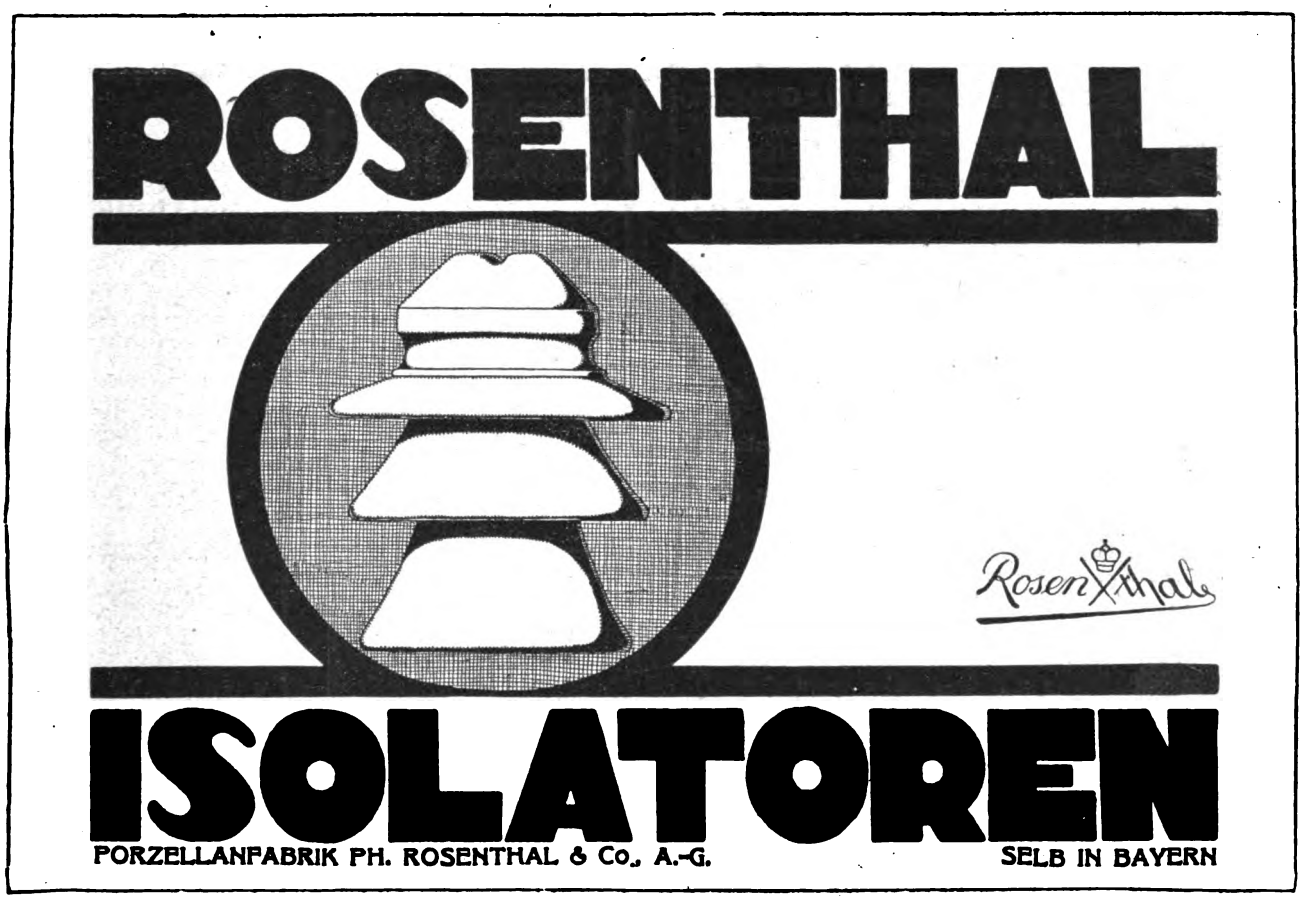
Digitized by Google

Schiffbau-Kalender 1922/23. Hilfsbuch der Schiffbau-Industrie. Herausgegeben unter Mitwirkung hervorragender Fachleute vom Verlag des „Schiffbau" (R. Strauß K.G.) Berlin. 554 Textseiten mit Kalenderanhang. Die neue Auflage hat den Grundcharakter und die Stoffeinteilung der vorigen Ausgabe im wesentlichen beibehalten. Der erste Teil bringt reiches, größtenteils noch nicht veröffentlichtes, statistisches Material über die Handelsflotte, den Handelsschiffbau im Jahre 1921 und ein Verzeichnis der Reedereien. Der schiffbautechnische Teil behandelt in einer großen Reihe von Zahlentafeln zunächst das für den Schiffbauer einschlägige Gebiet der Mathematik, Festigkeitslehre, Materialienkunde, dann folgen Einzelheiten über Schiffsformen, Schiffseigenschaften, Festigkeit der Schiffe, Bau und Einrichtung der Schiffe, Ausrüstung der Schiffe, Auszüge aus den wichtigsten gesetzlichen Bestimmungen und Hinweise auf dieselben, aus den Verhandlungen der Fachvereine, Neuerungen. Der Abschnitt „Maschinenbau" wurde mit Ausnahme einiger Kapitel neu bearbeitet. Insbesondere sind alle inzwischen ausgeführten Neuerungen besprochen. Der mit zahlreichen Abbildungen versehene Abschnitt „Maschinenbau" gruppiert sich in folgende Kapitel: Wärmewirtschaft an Bord von Schiffen, Maschinenleistung an der Welle, Drehschwingungen, Kolbendampfmaschinen, Triebturbinen, Ölmaschinen, Kondensationsanlagen, Speisewasseraufbereitung, Pumpen, Apparate, Deckhilfsmaschinen, Rohrleitungen, Wellenleitung und Propeller, Kessel, Ölfeuerung, elektrischer Schiffsantrieb. Das neu aufgenommene Kapitel „Wärmewirtschaft" bespricht an Hand von Wärmediagrammen die verschiedenen Antriebsarten und stellt für den Fachmann interessante Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Anlagen zum Vergleich. In dem ebenfalls neu aufgenommenen Kapitel „Maschinenleistung an der Welle" wird auf Apparate und Meßverfahren für Leistungsmessung hingewiesen, die eine vorteilhafte Ergänzung der früheren Ausgabe darstellen.

Die neue Auflage des Schiffbaukalenders trägt dem heutigen Stand des gesamten Schiffbaues voll Rechnung und bildet somit für den Schiffbauer sowohl, als auch für den Reeder und Nautiker und nicht zuletzt für den Studierenden ein unentbehrliches Hilfs- und Nachschlagebuch. Die Übersichtlichkeit, klare Ordnung der Materie und der saubere Druck erhöhen den Wert des Buches. Kr.

Energiewirtschaft in statistischer Beleuchtung. Herausgegeben von der Bayerischen Landeskohlenstelle. Bd. I: Energievorräte und ihre Gewinnung mit 17 Abbildungen und 41 Aufstellungen, bearbeitet von Oberingenieur R. Reischle und Dr. Paul Wachter. Lexikonformat. Preis für Deutschland 85 Mark. Verlag Johannes Albert Mahr, München.

Auf dem Gebiete der Energiewirtschaft finden sich außerordentlich viele statistische Angaben zerstreut, zusammenfassende Aufstellungen gibt es dagegen noch selten, und wenn, dann sind sie nicht ergänzt oder widersprechen sich. Diesem Mangel will die vorliegende Abhandlung abhelfen. Und das ist den Bearbeitern der Schrift durchaus gelungen. Die Inhaltsanordnung ist klar und übersichtlich gehalten. Es finden sich über alle die wichtigen Energieträger (Kohle, Torf, Holz, Ölschiefer, Erdöl, Erdgas, Wasserkräfte) recht eingehende statistische Angaben, besonders über die Vorräte und ihre Gewinnung in den einzelnen Ländern und Erdteilen, wobei Deutschland eine besondere Berücksichtigung erfahren hat. Wo Zahlen vorerst nicht beigebracht werden konnten und für spätere Jahre sind die entsprechenden Spalten freigelassen worden. Durch Herausgabe dieser Schrift, die eine mühevolle Sammelarbeit darstellt, wird in der leichtverständlichen Art weiten Krei-



Digitized by Google

sen die oft harte Arbeit des Suchens abgenommen und so wertvolle Dienste leisten.

Außer dem vorliegenden Band I sind noch drei weitere Bände: „Praktische Energiewirtschaft der Länder" — „Entwicklung der Marktlage" — „Technische Statistik" in Vorbereitung. Kr.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Nummer liegt ein Prospekt der Firma „Deutsche Abwasser-Reinigungs-Ges. m. b. H., Städtereinigung, Wiesbaden" bei, auf den wir unsere Leser besonders aufmerksam machen.

240

Dr. ing. h. c. Viktor Graf

Ingenieurbüro für Wasserkraftanlagen

Fernsprecher 62026 **MÜNCHEN** **Stadtlohnerstrasse 8**

in Arbeitsgemeinschaft mit Dr. ing. Adolf Ludin, Ingenieurbüro für Wasserkraft, Wasserwirtschaft und Elektrizitätsversorgung G. m. b. H., Karlsruhe i. B., Hardtstrasse 86.

Hoch- leistungs- Baumaschinen

ALLGEMEINE BAUMASCHINEN-GESELLSCHAFT M.B.H.

FERNRUF: 24898 LEIPZIG 86 K DITTRICHRING 15

253

Zu verkaufen: Zwei gebrauchte stehende Francis-Schacht-Turbinen

2,4 m Gefälle	1000 l/sek	24 PS
2,4 m Gefälle	1400 l/sek	36 PS

einschl. Saugrohr, Kegelräder, Einlaufschütze und 2 Zahnstangen, Welle u. Schneckengetriebe, 3 Lager 80 Durchm. Off. unt. Nr. 370 an Wasserkraft, München, Herrnstraße 10.

Bahr's Normograph

Schriftschablonen

D. R. P. für Industrie, Handel, Gewerbe

Korrekte Druckschrift

267 Prospekte kostenlos

P. Filier, Berlin S42

Bei allen Anfragen bitten wir höfl. Bezug nehmen zu wollen auf „Die Wasserkraft"

Kugellager

liefert 386

Findling & Co. Berlin

Königgrätzerstr. 70

GUTE LICHTPAUSEN

erzielen Sie durch mein

NATURPAUSPAPIER

Marke „Stern"

Bestes hochtransparentes deutsches Erzeugnis

Verlangen Sie Muster und Preise!

Ernst Bayer, München, Theresienstraße 19

Spezialgeschäft Techn. Papiere. 364

Wasserstraßen-Jahrbuch 1922

Herausgeber:

DR. REINHOLD ZEITLER

Regierungsrat im Reichsverkehrsministerium, Zweigstelle Bayern.

Umfang 270 Seiten

Preis in Halbleinen geb.

nur 1500.— Mk.

einschl. Porto u. Verpackung gegen Einsendung auf Postscheckkonto Nr. 15109 München.

Nach dem Ausland mit Aufschlag.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung oder vom

Richard Pflaum Verlag A.G. München.

Carl Gutmann

München

Techn.-Büro

Schwindstr. 10 Tel. 51749

Reichhaltiges Lager in

Elektromotoren

Anlasser, Zubehör

Treibriemen

355

LARSSENWÄNDE

zu kaufen oder zu mieten gesucht von 12 bis 16 Meter Länge, Profil III, event. II zu einem Bau in der Schweiz. Offerten umgehend erbeten an:

A. MAURER, BAUINGENIEUR IN SOLOTHURN.

385

Wasser-Reserven

je ein Stück 384

197×132×10 mm
240×122×5 mm
230×100×6 mm
235×135×7 mm
215×132×4 mm

Eisen- u. Metallges. m. b. H. München

Telegr.-Adr.: Ferrometall
Fernsprecher: 31845
Nach Geschäftsschluß: 33001.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

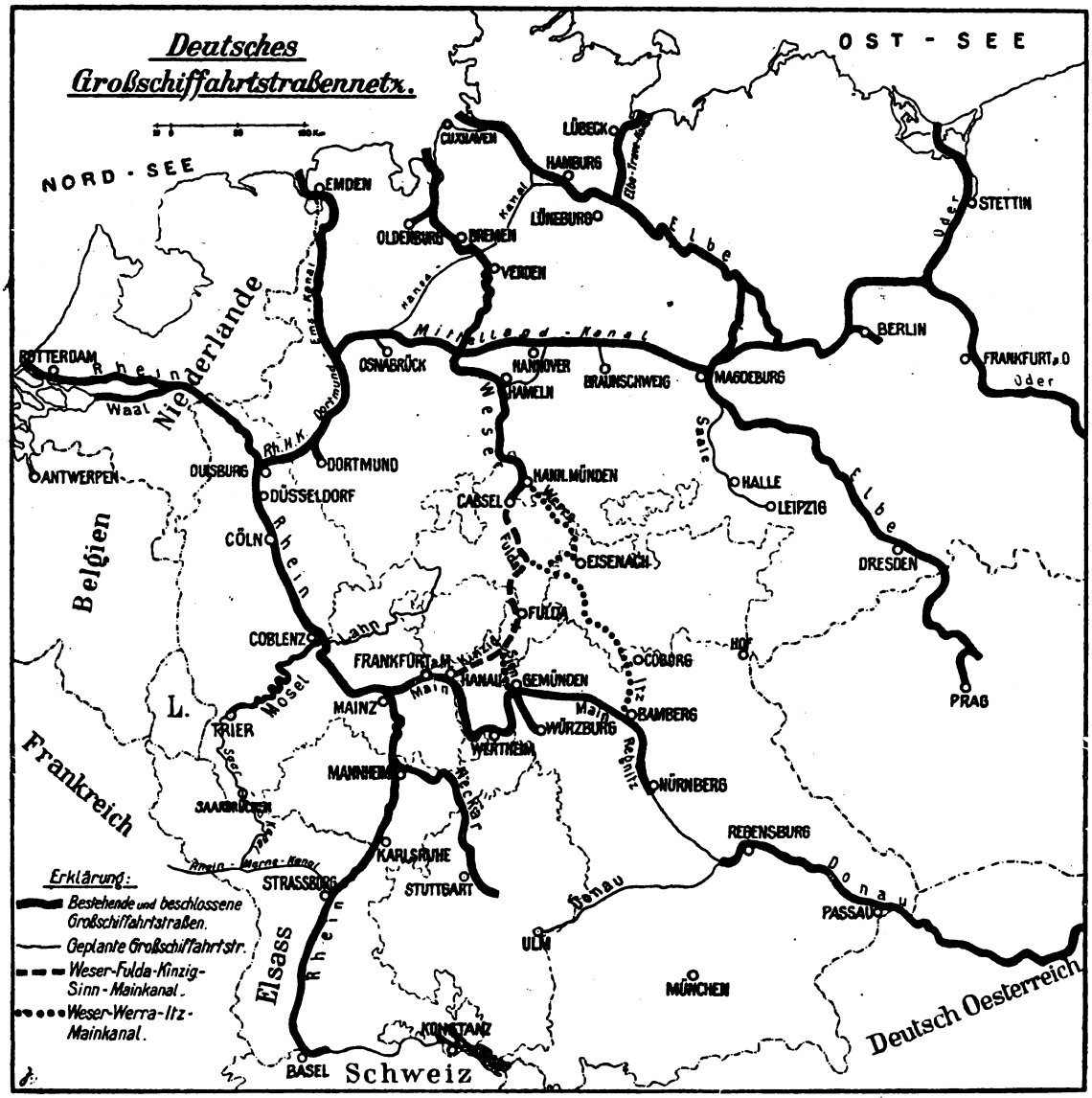
Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 4 | **München, 15. Februar 1923** | **18. Jahrgang**

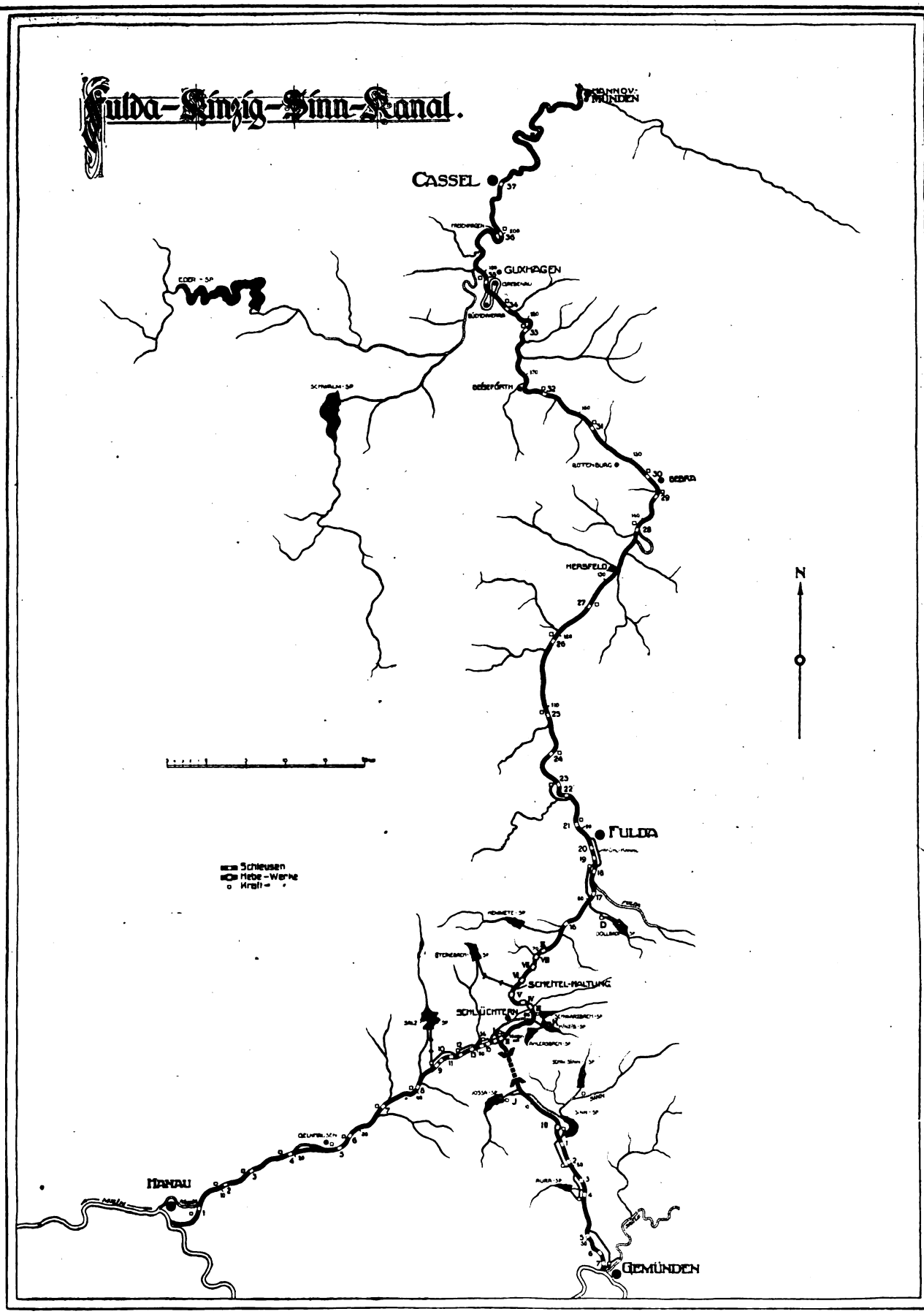
Die Wasserkräfte des Fulda—Kinzig— und des Sinn-Kanals

Von Magistrats-Baurat Uhlfelder-Frankfurt a. M.

Unter den Kanalprojekten, welche nach dem Kriege mit besonderem Eifer betrieben wurden, spielen die Verbindungen des Maines mit der Weser, die allein von allen deutschen Strömen ihre nationale Selbständigkeit behalten hat, eine größere Rolle. Sie bilden die notwendige Ergänzung des deutschen Wasserstraßennetzes, das sich in seinen Hauptzügen aus den parallelen Strömen: Rhein, Weser, Elbe und Oder mit den senkrecht dazu ziehenden, großen Kunststraßen: Mittellandkanal und Main—Donau-Weg zusammensetzt, schließen größere Wirtschaftsgebiete im Herzen von Deutschland auf und lassen eine wichtige Durchgangsstraße entstehen, die im Norden von den deutschen Seehäfen: Hamburg, Bremen, Lübeck ausgeht und im Süden nach Süddeutschland und die Donauländer ausstrahlt. Der



Digitized by Google



Digitized by Google

Fulda—Kinzig-Kanal berücksichtigt insbesondere die wirtschaftlichen Interessen des westlichen Teiles von Süddeutschland und macht die Wirtschaftsgebiete von Unterfranken am Untermain und am Oberrhein vom Rheine und den fremden Seehäfen unabhängig.

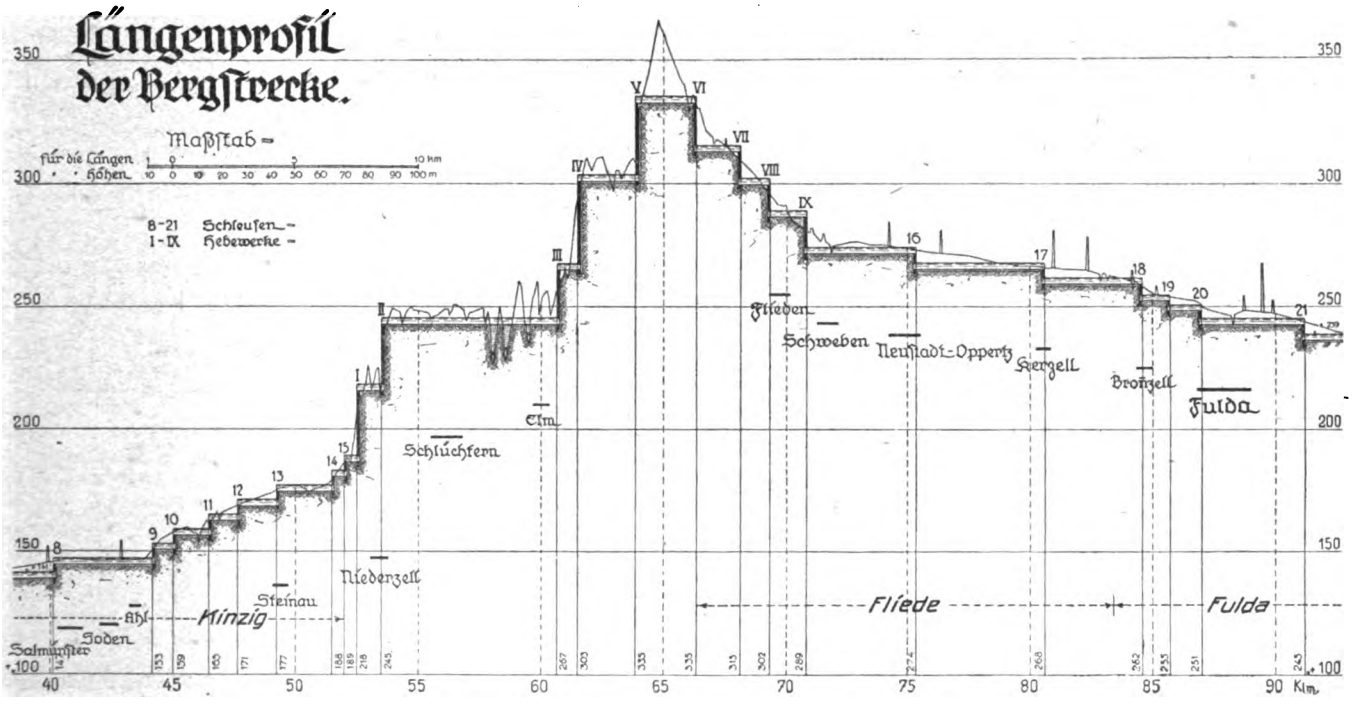
Um die Ausführbarkeit dieses Kanals, namentlich hinsichtlich der Gebirgsüberwindung und der Wasserversorgung nachzuweisen, hat im Auftrage des See—Fulda—Main-Kanal-Vereins Verfasser die Vorarbeiten übernommen und ein Vorprojekt aufgestellt. (Mitarbeiter war Stadtbaumeister Kühne, Frankfurt.) Nach diesem erhält der Kanal von Hanau bis Cassel eine Länge von 208 km, von denen 52 km auf die südliche Talstrecke, 23 km auf die Bergstrecke und 133 km auf die nördliche Talstrecke entfallen. Er steigt von Hanau aus mit 15 Schleusen und 5 Hebewerken zu der auf + 335 liegenden Scheitelhaltung, fällt von dieser mit 4 Hebewerken in das Tal der Fliede und der Fulda und erreicht mit 22 Schleusen den bereits kanalisierten Teil der Fulda bei Cassel. Der Sinn-Kanal verläßt den Main bei Gemünden und steigt mit 7 Schleusen im Sinntale auf, wird am Ruppertsberg mit einem Hebewerk an den Südhang des Jossatales gehoben, durchbricht die Wasserscheide zwischen Sinn und Kinzig in einem 3½ km langen Tunnel und erreicht ohne Fall auf der Höhe + 245 NN. den Kinzig-Kanal bei Niederzell.

Bei der Bearbeitung des Vorprojektes wurde neben einer ausreichenden Versorgung des Kanals mit Speisewasser besonderes Gewicht auf die Erfassung und weitgehende Ausnutzung aller in dem Kanalgebiete vorhandenen Wasserkräfte gelegt. Die für die Sicherstellung des Kanalspeisewassers vorzusehenden Stauweiher und Talsperren mit rund 99 Mill. Kubikmeter Stauraum lassen sich zum Ausgleich des Abflusses während des ganzen Jahres mitheranziehen. Sie geben auch die Möglichkeit, die Krafterzeugung des Nachts einzuschränken und am Tage zu erhöhen. Durch Anlegung von kleinen Ausgleichsbecken am Fuße der Hochdruckkraftwerke bei Niederzell und an Schleuse 9 bietet sich auch die Möglichkeit, diese beiden Werke in weitgehendem Maße zur Deckung des Spitzenbedarfs heranzuziehen. Auch die Schwalmtalsperre, die Sperre in der schmalen Sinn und die Aurasperre können hierzu benutzt werden. Durch Anspannung des Wasserspiegels in den einzelnen Haltungen des Kanals während der Nachtstunden wird es möglich sein, die Krafterzeugung in der Nacht auch an den reinen Kanalkraftwerken einzuschränken und am Tage zu erhöhen und dadurch dem Bedarf anzupassen.

Talsperren.

Bachlauf	Stauspiegel über NN	Talsohle über NN	Einzugsgebiet qkm	Jährl. Abflußmenge Mill. cbm	Gespeiste Haltung: Oberhalb Bauwerk	Gespeiste Haltung: Ordinate über NN	Stauraum Mill. cbm
a) Südliche Strecke:							
Steinbachsperre	370	350	15	8	V/VI	335	4
Schwarzbachsperre	262	246					3
Kinzigsperre	262	240	54	22	Ia/II	245	5
Ahlersbachsperre	262	251					1
Jossasperre	260	246	95	47	Ia/II	245	14
Salzbachsperre	280	236	69	36	8	147	13
		zus.	233	113			40
b) Nördliche Strecke:							
Kemmetesperre	305	285	33	10	16	274	4
Döllbachsperre	315	300	65,4	20	17	268	8
Schwalmsperre	198	183	1010	200	36	143	15
		zus.	1108,4	230			27
c) Abzweigung nach Gemünden:							
Schmale Sinnsperre	255	235	98	43	1	200	9
Sinnsperre	215	200	217	86	1	200	15
Aurasperre	215	190	59	27	5	173	8
			374	156			32
d) Edertalsperre:	—	—	1460	574			210

In den Unterläufen der Flüsse sind naturgemäß die Wassermengen und damit auch die Leistungen am größten, dagegen die Gefälle am geringsten. Dort ist auch eine weite Entfernung der Schleusen möglich, so daß auf besondere Werkkanäle verzichtet und an jeder Schleuse ein Kraftwerk vorgesehen werden konnte. In den oberen Tälern, wo



Digitized by Google

die Gefälle größer, die Wassermengen geringer sind, müssen die Schleusen näher zusammengelegt werden. Es ist deshalb dort möglich und wirtschaftlich, mehrere Staustufen mit einem Werkkanal zusammenzufassen und die Gefälle zu vereinigen.

Im Kinzigtale liegen Kraftwerke je an den Schleusen 1—8. Die oberhalb Schleuse 11 zusammenfließende Wassermenge soll durch einen Werkkanal um die Schleuse 9 und 10 herumgeleitet und mit dem Wasser der Salzbachsperre zusammen bei Schleuse 9 ausgenutzt werden. Um das Wasser der Salzbachsperre zur Erzeugung von Spitzenkraft verwerten zu können, soll die Haltung 8—9 so erweitert werden, daß sie zur Ausgleichung der zeitweilig größeren Wassermengen dienen kann. Den an den Schleusen 12 und 14 vorgesehenen Kraftwerken wird das Wasser ebenfalls durch besondere Werkkanäle, die je eine Stufe umgehen, zugeführt. Am Hebewerk II bei Niederzell werden die Wassermengen aus dem oberen Kinzigtale mit seinen Seitentälern und aus dem oberen Jossatale, von dem das Wasser durch den Kanaltunnel zufließt, für Kraftzwecke ausgenutzt. Das ganze Wasser wird in einer Haltung in Höhe + 245 NN, die nicht weniger als 22½ km Länge hat, und 60 m über der Talsohle der Kinzig liegt, aufgenommen, so daß ein nutzbares Gefälle von 55 m zur Ausnutzung gelangen kann. Die lange Haltung dient als Ausgleichsbecken; außerdem ist in den Tälern der oberen Kinzig, des Ahlersbaches und des Schwarzbaches und der Jossa die Anlegung von 4 Talsperren mit zusammen 25 Mill. Kubikmeter Inhalt möglich, durch die jährlich 69 Mill. cbm Wasser fließen. Unterhalb dieses Kraftwerkes im Kinzigtal ist ein Ausgleichsbecken nötig, in dem zu Zeiten der Spitzendeckung ankommenden größeren Wassermengen so weit ausgeglichen werden, als es zur Speisung der unten liegenden Schleusen notwendig ist. Zwei kleine Kraftwerke lassen sich noch zwischen die Jossa, bzw. die Schwarzbachsperre und der Haltung 245 einschalten.

Im Fuldagebiet liegt das oberste Kraftwerk an der Döllbachsperre. Es folgt dann ein Kraftwerk an Schleuse 18, dem das Wasser aus der Haltung oberhalb Schleuse 17 mittels Werkkanals, das Wasser aus der Haltung oberhalb Schleuse 18, in die die Fulda einmündet direkt zugeführt wird. Vom Kraftwerk an Schleuse 18 wird das nicht für den Kanalbetrieb erforderliche Wasser in den Werkkanal der Fuldamühlen geleitet und gelangt erst oberhalb Schleuse 21 wieder in den Kanal. Es folgt nun ein Kraftwerk an Schleuse 21. Oberhalb Schleuse 22 wird das Wasser in einen Werkkanal geführt, der auch das Wasser der Schlitz — nachdem es vorher ein Ausgleichsbecken passiert hat — aufnimmt, um die gesamte Menge nach dem Kraftwerk an Schleuse 23 zu leiten. Unterhalb Schleuse 23 sind die Haltungen so lang, daß von besonderen Werkkanälen abgesehen werden mußte. Es ist deshalb mit jeder Staustufe ein Kraftwerk verbunden. Die Kraftwerke bei Cuxhagen (Schleuse 35) und Freienhagen (Schleuse 36) und unterhalb Cassel bei Wahnhausen bei Radwerder werden zur Zeit bereits durch den preußischen Staat ausgebaut.

Im Sinntale wird das Speisewasser für die Schleusen in zwei Sperren, im Tale der schmalen Sinn und der Sinn oberhalb des Ruppertsberges für die trockene Jahreszeit gesammelt. Durch diese beiden Sperren und die bei Schleuse 4 ausmündende Aurasperre wird ein nahezu gleichmäßiger Abfluß des Wassers auch für Kraftzwecke ermöglicht. Das Kraftwerk an der Sperre im Tale der schmalen Sinn kann ausschließlich als Spitzenkraftwerk betrieben werden, da das abfließende Wasser in dem Stausee der Sinnsperre aufgenommen und aus diesem gleichmäßig abgeleitet werden kann. Ein weiteres Kraftwerk befindet sich bei Schleuse 2. Bei Schleuse 4 wird das Wasser aus der Haltung oberhalb der Schleuse 3 und der Aurasperre verarbeitet. Das letzte Kraftwerk liegt an Schleuse 7. Das Wasser wird ihm aus der Haltung oberhalb Schleuse 5 durch einen Werkkanal zugeführt. Oberhalb des Kraftwerkes ist in einem kleinen Seitentale ein Ausgleichsweiher vorgesehen. In dasselbe Kraftwerk soll auch das Wasser der Fränkischen Saale durch einen Werkkanal geleitet und verarbeitet werden.

Bei einer Gesamt-Maschineninstallation von rd. 64 000 kW bzw. einer durchschnittlichen Jahres-Maschinenleistung von rund 32 000 kW sind zu gewinnen:

im Kinziggebiete	47,13	Mill. kWh
im Fuldagebiete bis Cassel	97,45	„ „
im Fuldagebiete unterhalb Cassel	39,40	„ „
an der vorhandenen Edertalsperre	30,00	„ „
im Sinngebiet	20,08	„ „
Zus.:	234,06	Mill. kWh

Es wird eine wirtschaftliche Frage sein, ob man sich entschließen soll, sämtliche Kraftwerke zur Ausführung zu bringen und auch die kleineren Laufwerke für Überlandversorgung heranzuziehen, oder letztere der örtlichen Ausnutzung zu überlassen. Daß das Projekt auch die zur Zeit mißständigen Verhältnisse in den Fällen bei Hochwasser beseitigt, sei der Vollständigkeit halber noch erwähnt.

Das Projekt des Kinzig—Fulda- und des Sinn-Kanals wird zur Zeit von dem staatlichen Vorarbeitenamt in Eisenach nochmals in technischer, geologischer, hydrologischer, energetischer und wirtschaftlicher Beziehung durchgearbeitet. Das Vorprojekt hat aber bereits den Nachweis erbracht, daß nicht nur dieser Kanal in einwandsfreier Weise und ohne technische Schwierigkeiten zur Durchführung gebracht, sondern daß sich auch dabei Wasserkräfte in solchem Umfange gewinnen lassen, daß die wirtschaftliche Grundlage sichergestellt werden kann.

Zwangsenteignung von Wasserkraft

Von Rechtsanwalt Dr. Ludwig Kurzmann, München.

Wie der Verfasser in dieser Zeitschrift (Nr. 13 vom 6. Juli 1921) in dem Aufsatz „Enteignungsfragen" auszuführen Gelegenheit hatte, hat die neuzeitliche Praxis des Ausbaues großer Wasserkräfte die Erfahrung gezeitigt, daß mit den bisherigen gesetzlichen Bestimmungen über Enteignung und Abfindung von Wasserkraft eine restlos zweckmäßige Lösung der auftauchenden Fragen nicht zu erzielen war. Der Verfasser hat in jenem Aufsatz bezüglich dieser Fragen die Forderungen an den Gesetzgeber erhoben:

1. Schaffung einer dinglichen Belastungsmöglichkeit von Wasserkraftanlagen zur ständigen Stromlieferung an bestimmte Grundstücke bzw. deren jeweiligen Eigentümer,
2. Schaffung der Möglichkeit der zwangsweisen Enteignung von Wasserkraft und zwangsweisen Entschädigung in Kraftstrom.

Beide aus der Praxis des Wasserkraftbaues entsprungene Forderungen hat der bayerische Gesetzgeber nunmehr erfüllt.

Schon mit Gesetz vom 23. Juli 1921 wurde der Art. 85 des Ausf.-Ges. zum BGB. dahin ergänzt, daß die Möglichkeit für die Beteiligten geschaffen wurde, bei Ablösung von Wasserbenützungsrechten die Entschädigung in „fest bestimmten Mengen elektrischer Arbeit" festzusetzen und das Recht auf Leistung der elektrischen Arbeit in einer nicht mit Geld ablösbaren „Reallast" auf den Grundstücken des ablösenden Unternehmers dinglich zu versichern.

Nunmehr ist auch der zweite Schritt getan worden. Mit Gesetz vom 30. Dezember 1922 GVBl. 1923, S. 13) sind einige Abänderungen des bayerischen Wassergesetzes beschlossen worden, von denen die als Art. 161a dem Gesetz neu eingefügte Vorschrift die Möglichkeit der Ab-

Digitized by Google

findung in Kraftstrom (elektrischer Arbeit) auf den Boden verwaltungsseitiger Entschließung stellt und dem Enteigneten einen zivilrechtlichen Anspruch verleiht, das Recht auf die elektrische Arbeit durch eine Reallast dinglich gesichert zu erhalten.

Die gesetzliche Regelung schließt sich dabei dem geltenden System sinngemäß an, indem sie die Entscheidung darüber, ob im Einzelfall Entschädigung in elektrischer Arbeit oder in Geld (oder teilweise in elektrischer Arbeit und teilweise in Geld) zu gewähren ist, der Bezirksverwaltungsbehörde (in München dem Stadtrat) zuweist, für einen Streit über die Bedingungen der Abfindung aber den Zivilrechtsweg offen hält. Damit durch einen solchen Streit die Ausführung des volkswirtschaftlich wichtigen Wasserkraftunternehmens nicht aufgehalten wird, ist dabei, vorgesehen, daß in dem Beschluß der Verwaltungsbehörde dem Unternehmer die Befugnis zugesprochen werden kann, gegen Hinterlegung einer Sicherheit die Umstellung des Betriebes zum Zwecke der Lieferung elektrischer Arbeit nach den festgesetzten Bedingungen alsbald — also ohne den Ausgang des Rechtsstreites abzuwarten — vorzunehmen.

Hervorzuheben ist ferner, daß der Ersatz enteigneter Wasserkraft nur insoweit und insolange in elektrischer Arbeit erfolgen soll, als sie der durch die bisher genutzte Triebkraft erzielten Arbeitsleistung „gleichwertig" ist. Mangels besonderer Vereinbarung zwischen den Beteiligten soll in keinem Falle die Lieferung elektrischer Arbeit für eine höhere Arbeitsleistung in Frage kommen, als sie bisher tatsächlich ausgenützt wurde; für ein nicht ausgenütztes höheres Wassernutzungsrecht kann gegebenen Falles nur Geldentschädigung verlangt werden.

Die gesetzliche Regelung ist überhaupt so getroffen, daß den Umständen des Einzelfalles jede Rücksicht getragen werden kann. Deshalb ist grundsätzlich weder dem Unternehmer noch dem zu enteignenden Triebwerksbesitzer ein durchsetzbarer Rechtsanspruch auf Ersatzleistung in elektrischer Arbeit gegeben, vielmehr die Entscheidung über die im Einzelfall zu treffende Regelung (ob Geld oder Stromentschädigung) der Verwaltungsbehörde anheimgestellt worden. Denn es liegt auf der Hand, daß sowohl auf seiten des Unternehmers wie des Triebwerksbesitzers Gründe vorhanden sein können, welche eine Entschädigung in elektrischer Arbeit als unzweckmäßig oder unbillig erscheinen lassen könnten. Dem zwangsenteigneten Besitzer einer Wäscherei-Anlage, einer Gerberei oder dergleichen ist mit elektrischem Strom als Ersatz für das fließende Wasser kaum gedient. Anderseits wäre es beispielsweise eine unbillige Zumutung für den Unternehmer, für einen Zwergbetrieb von wenigen Pferdestärken eine lange, kostspielige Stromzuleitungs- und Umformungsanlage herstellen zu müssen.

Im ganzen ist zu sagen, daß die gesetzliche Regelung sowohl den Erfordernissen der Zeit als auch dem Rechtsempfinden vollauf Rechnung trägt. Eine weise Anwendung des Gesetzes durch die Beteiligten und die Verwaltungsbehörde wird dem Allgemeinwohl dienen.

Die staatliche Landeswasserversorgung in Württemberg

Von Baurat Hannemann. Schluß.

Das Versorgungsgebiet.

Die Zuleitungen zu den an die Landeswasserversorgung angeschlossenen Städten und Gemeinden gehen sowohl von der Druckleitung als auch von der Fallrohrleitung und dem Endbehälter aus. Zur Dämpfung der Entnahmeschwankungen sowie zur Vermeidung sofortiger Rückwirkung von Betriebsstörungen auf die Abnehmer wurde Gemeinden mit über 100 Einwohnern die Erstellung eigener Wasserhochbehälter zur Pflicht gemacht. Die Gesamtlänge der Zuleitungen beträgt rund 100 km bei Lichtweiten von 40 bis 800 mm.

Schlußbemerkung.

Der Betrieb der Landeswasserversorgung wurde im Juli 1917 aufgenommen; er hat ein einwandfreies Zusammenarbeiten aller Teile der Anlage ergeben. Die Güte und Zusammensetzung des Wassers hat keine Veränderungen erfahren. Die Leistung der Fassungen hat die seinerzeit auf Grund der Voruntersuchungen durchgeführten Ergiebigkeitsberechnungen als richtig erwiesen. Die Wahl des elektrischen Betriebes hat sich besonders durch den völlig stoßfreien Wasserlauf in der langen Druckleitung und die einfache, wenig Hilfskräfte erfordernde Betriebsdurchführung bewährt; auch vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet ist sie von großem Wert, insofern als durch diesen elektrischen Betrieb eine gute Ausnützung der Nachtwasserkräfte der Stromerzeuger geschaffen ist. Was die Rohrleitungen anbetrifft, haben sowohl das Material wie die gewählten Verbindungsarten bisher zu keinen Anständen Anlaß gegeben. Die Kunstbauten, so insbesondere die Rohrstollen, Zwischenbehälter und der Endbehälter, entsprechen den gestellten Anforderungen auf Güte der Ausführung und Betriebszweckmäßigkeit. Die Anlage muß daher als ein durchaus wohlgelungenes, großzügiges Werk deutscher Baukunst bezeichnet werden.

*

In Ergänzung der obenstehenden Ausführungen des Herrn Baurat Hannemann von der württembergischen Landesversorgung ist über die Verlegung der von den Mannesmannröhren-Werken gelieferten Doppelbördelflanschen- und Doppelbördelmuffenrohren noch nachzutragen:

Das Verwendungsgebiet der gußeisernen Rohre geht bis zu 14 Atm. Betriebsdruck, und zwar haben die Rohre bis zu 5 Atm. Betriebsdruck eine Wandstärke von 20 mm, bis zu 8 Atm. 22 mm, bis 12 Atm. 25 mm und schließlich bis 14 Atm. 27 mm. Darüber hinaus hat man nicht mehr einen 900er Strang verwendet (nur stellenweise wurden 900er schmiedeeiserne Rohre in besonders gefährdetem Terrain eingeschaltet), sondern nach Vorschlag des Wasserbauamtes wurden jeweils zwei schmiedeeiserne 600er Leitungen in den Tälern bei Drücken über 14 Atm. verlegt, von denen bei Reparatur der einen die andere nötigenfalls den Betrieb bewältigen kann. Die höchste Betriebsspannung für die Rohre geht bis zu 22½ Atm. Von diesen 600er Rohren wurden von den Mannesmannröhren-Werken insgesamt etwa 45 000 Meter geliefert.

Während bei den gußeisernen Rohren ausschließlich Bleimuffen zur Verwendung kamen, welche bei den höheren Betriebsdrücken eine besondere Form erhielten, um zu verhindern, daß das Blei aus den Rohrmuffen durch den Innendruck herausgepreßt wurde, hat man für die schmiedeeisernen Rohre vorwiegend Doppelbördelflanschverbindung angewandt (Abb. 12). Die Rohre sind aus Siemens-Martin-Flußeisen von 36—42 kg Festigkeit bei mindestens 20% Dehnung, meist in 12 m Baulängen hergestellt, innen und außen asphaltiert und außen zudem noch mit asphaltierter Jute umwickelt. Sie wurden auf dem Lieferwerk auf den doppelten hydrostatischen Druck geprüft, d. h. die Rohre von 14—18 Atm. Betriebsdruck auf 36 Atm., diejenigen von 18—22 Atm. Betriebsdruck auf 44 Atm. Des weiteren waren metallographische sowie andere Proben vorgesehen, welche bis zur Zerstörung einzelner Rohre durch inneren Wasserdruck gingen. Die Konstruktion der Flanschenverbindung ist aus Abb. 12 ersichtlich; die maschinell aus der Rohrwand heraus hergestellten Doppelbördel

Digitized by Google

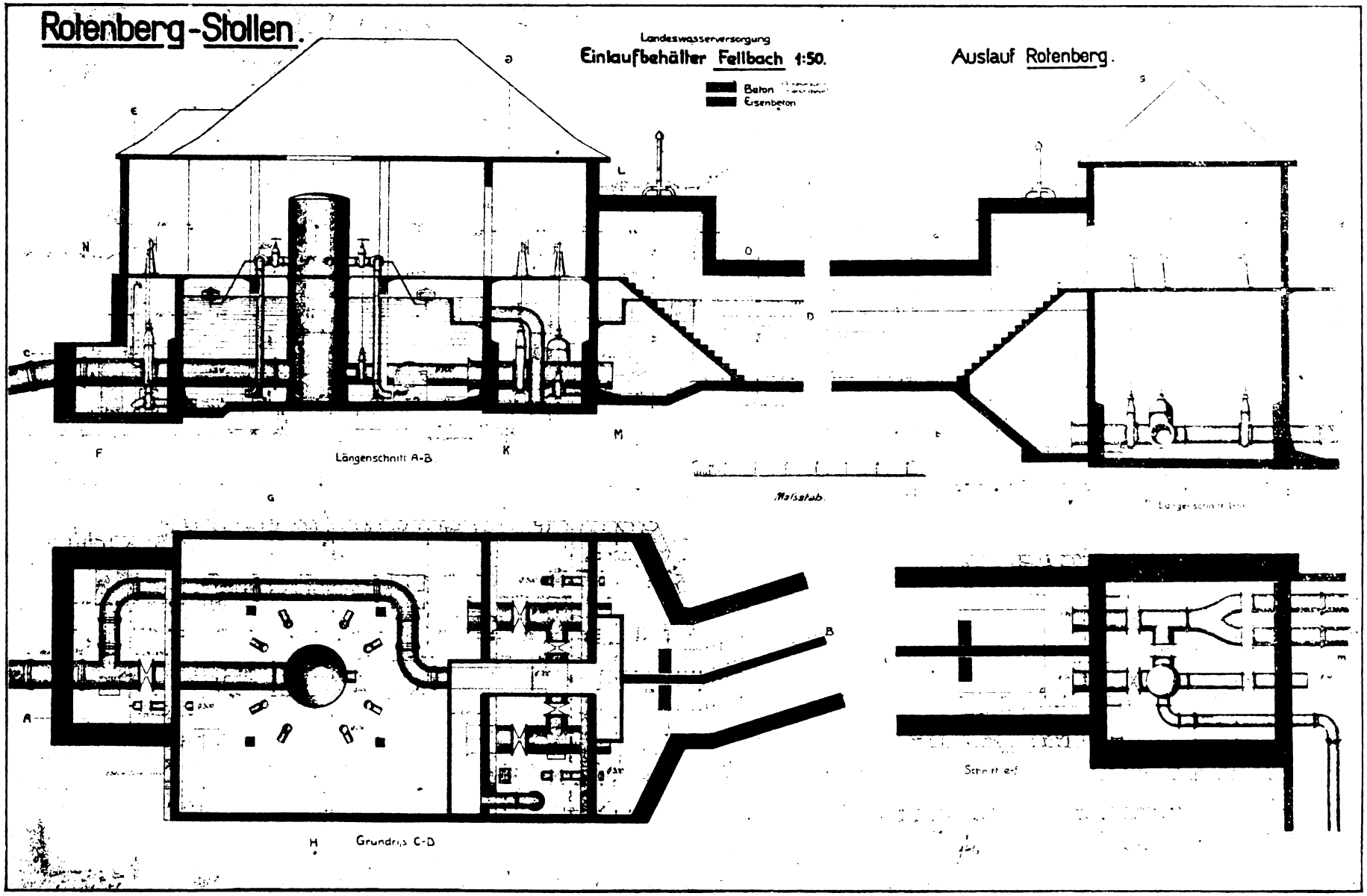


Abbildung 10.

Digitized by Google

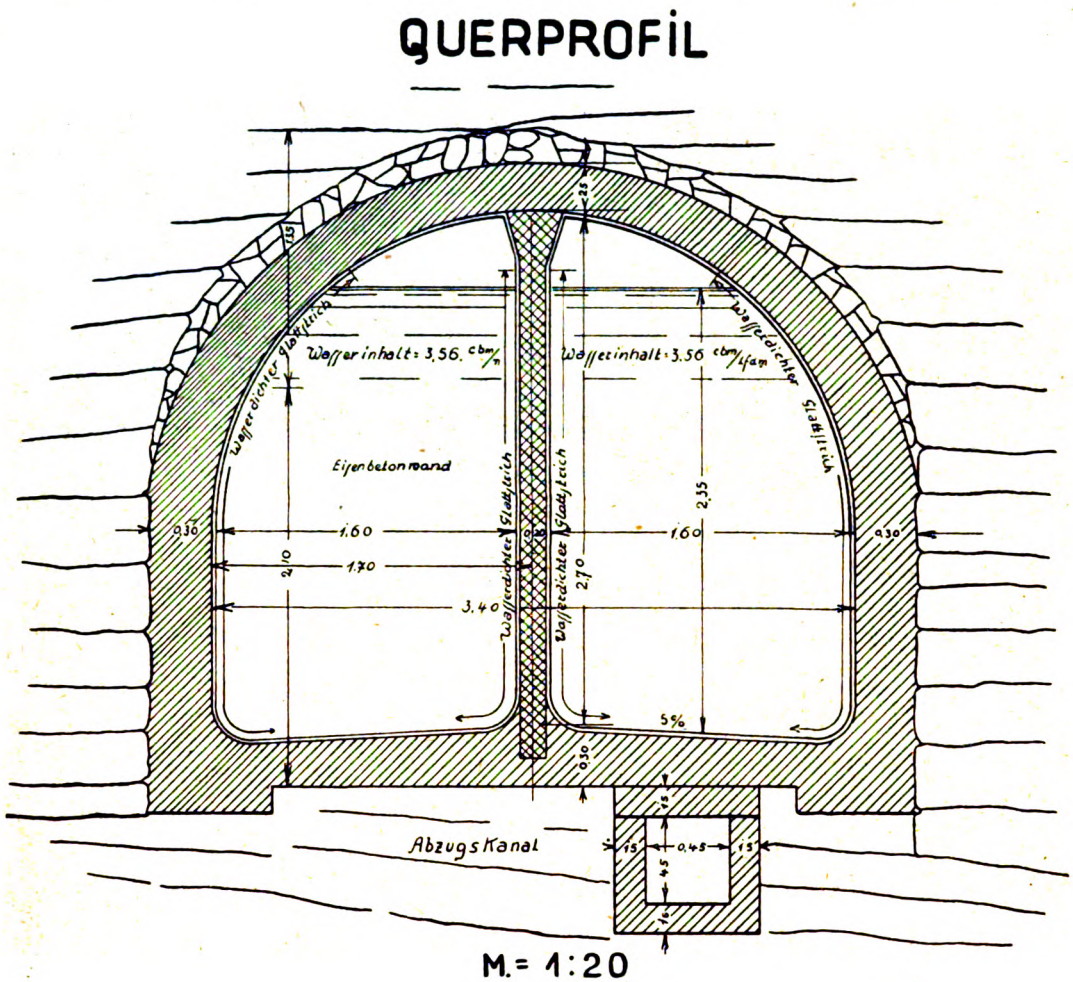


Abbildung 11.

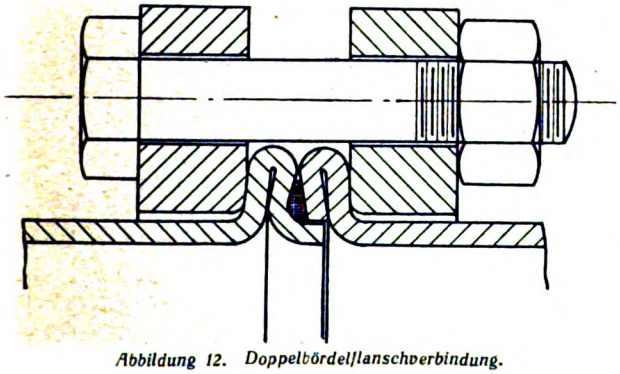


Abbildung 12. Doppelbördelflanschverbindung.

greifen zur leichteren Zentrierung beim Verlegen im Rohrgraben ineinander ein, und die Dichtung erfolgt durch einen nahtlosen Ring aus bestem Paragummi.

Versuche, welche vor Erteilung des Auftrages im Beisein einer Fachkommission der Landeswasserversorgung stattfanden, ergaben als Resultat, daß Wasserdrücke im Rohr von 30, 40 und 50 Atm. erreicht werden konnten, ohne daß irgendeine Veränderung an der Verbindung wahrnehmbar wurde. Eine weitere amtliche Versuchsserie von Proberohrsträngen hat dann bezüglich dieser Doppelbördelflanschverbindung den Beweis geliefert, daß bei genügender Dimensionierung von Flanschen und Schrauben das Rohr infolge überstarker Beanspruchung eher zu Bruche geht, als die Verbindung undicht wird.

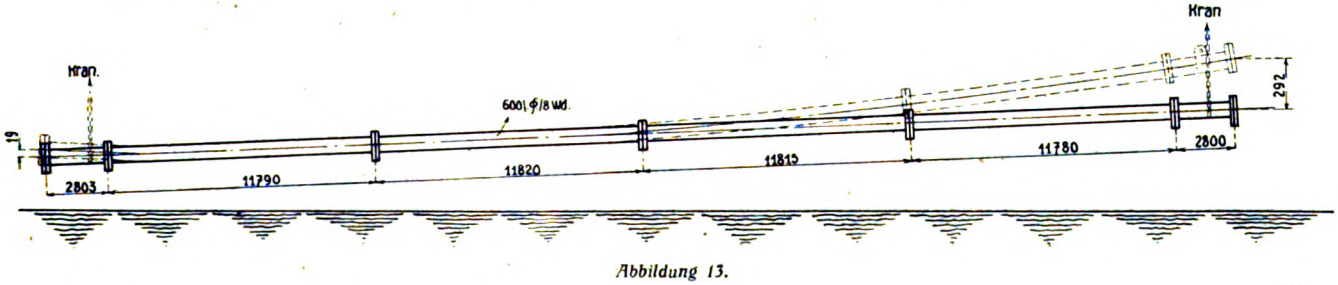


Abbildung 13.

Digitized by Google

Um die Frage zu prüfen, ob es möglich ist, Knickungen in Rohrsträngen von Doppelbördelflanschenrohren 600 mm lichten Durchmessers, 8 mm Wandstärke auszuführen, wurde im Jahre 1913 eine Leitung von etwa 50 m Länge zusammengeschraubt, mit Wasser gefüllt und auf 35 Atm. Wasserdruck gepreßt, wobei dieser Druck dauernd erhalten blieb (Abb. 13). Der ganze mit Druckwasser gefüllte Strang wurde an beiden Enden erfaßt und hochgehoben; hierbei senkte sich die Mitte um etwa 30 cm durch, ohne daß die fünf Verbindungen bei dem Druck von 35 Atm. im geringsten undicht wurden. Es war damit festgestellt, daß erhebliche Abweichungen aus der Geraden durch zwangsweise Verspannung hervorgebracht werden können, ohne daß man bei der sonst starren Flanschverbindung seine Zuflucht zu Keilringen zu nehmen braucht.

Ein kleinerer Teil der zur Verwendung gelangten Rohre ist als Doppelbördelmuffenrohre ausgeführt (Abb. 14). Die Besonderheit dieser Verbindung besteht darin, daß der Muffenkopf, aus der Rohrwand heraus hergestellt, dem Muffenende eine hohe Stabilität verleiht, die besonders beim Verstemmen vorteilhaft ins Gewicht fällt. Die beiden ringsum laufenden Rillen halten sowohl Gußblei wie auch Bleiwolle so zuverlässig fest, daß selbst bei hohen Drucken auch nicht die geringste Verschiebung des Bleies festgestellt werden konnte. Dieser Umstand ermöglichte die keilförmige Konstruktion des hinteren Teiles der Muffe, in den der Weißstrick fest eingestemmt ist, so daß also der vorne unverrückbar fest sitzende Bleipfropfen nur die Aufgabe zu erfüllen hat, den eingestemmten Strick gegen Verschiebung zu sichern. Hk.

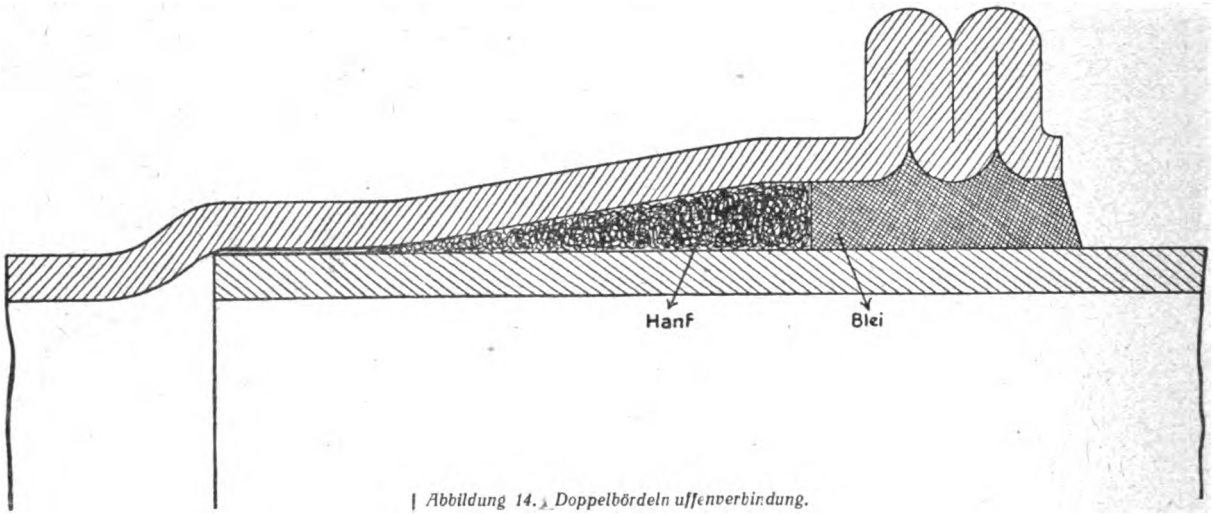


Abbildung 14. Doppelbördeln uffenverbindung.

Rundschau

Verband Bayerischer Wasserkraftbesitzer e.V.

Adresse: Schönmühl Obby. Zb. Penzberg.

Am 12. Januar fand im Sitzungszimmer des Bayerischen Industrie-Verbandes in München die satzungsmäßige Mitgliederversammlung statt. Deren Tagesordnung ist den Mitgliedern aus der Einladung bekannt. Über die Verhandlungen berichten wir hiermit in Kürze:

Der Vorsitzende, Dr. Streeb, erstattet den gesondert zum Abdruck kommenden Jahresbericht. Eine Diskussion hierüber fand nicht statt.

Der Kassenbericht wurde entgegengenommen und genehmigt, der Vorstandschaft Entlastung erteilt.

Den Hauptgegenstand der Beratung bildete die Frage, ob und in welcher Form der Verband weiterbestehen soll. Zur Erörterung dieser Angelegenheit gab die äußere Veranlassung die Niederlegung der Geschäftsführung durch Herrn M. von Schilcher, der mit Beginn des Jahres in den Dienst der Industrie getreten ist, und der Vorstand hatte den Antrag gestellt, den Verband entweder aufzulösen oder, wenn dessen Fortbestehen als wünschenswert betrachtet würde, die Geschäftsstelle in München aufzugeben und die Angelegenheiten des Verbandes wieder, wie früher, ehrenamtlich wahrnehmen zu lassen.

Der Vorsitzende wies darauf hin, daß es früher schon schwer fiel, einen Geschäftsführer zu finden, weil die wirtschaftlichen, rechtlichen und technischen Kenntnisse, die das Arbeitsgebiet des Verbandes erfordert, schwer vereint zu finden sind, daß dies aber jetzt ganz unmöglich sei, da die Einnahmen nicht viel weiter als für den Wochengehalt eines Schreibfräuleins reichen. Eine Erhöhung der Beiträge könne nicht so weit gehen, daß hieran wesentliches geändert würde, denn einerseits setze sich der Verband größtenteils aus den kleineren Werksbesitzern zusammen, anderseits biete er seinen Mitgliedern nicht viele direkte Vorteile, sondern verfolge mehr die allgemeinen Ziele, die dem Einzelnen nicht so zum Bewußtsein kämen, daß seine Zahlungsfreudigkeit besonders angeregt würde.

Nachdem Herr Kommerzienrat Probst und andere Mitglieder die bisherige nützliche Tätigkeit und ferner die Notwendigkeit des Verbandes betont hatten, wurde der Antrag auf Auflösung einstimmig abgelehnt. Ebenso einstimmig wurde dann beschlossen, die Geschäftsstelle aufzuheben und zur Deckung der Unkosten allein die anfallenden Briefporti würden mehr betragen, wie die bisherigen Beiträge) den 20-fachen Betrag der satzungsmäßigen Mitgliederbeiträge zu erheben. Die anwesenden Mitglieder beantragten sogar eine hundertfache Erhöhung, und am Erscheinen verhinderte hatten sich schriftlich mit jeder Erhöhung einverstanden erklärt. Der Vorsitzende riet jedoch von einer so weitgehenden Beitragserhöhung mit Rücksicht auf den zu erwartenden Mitgliederverlust dringend ab.

In der Diskussion über die Notwendigkeit des Verbandes wurde besonders auf das in Vorbereitung begriffene Reichs-Wassergesetz, eine Uniformierung die wir für überflüssig und unzweckmäßig halten, und auf die drohende Besteuerung der Wasserkräfte hingewiesen.

Die Vorstandschaft wurde wiedergewählt. Als Ersatz für

Digitized by Google

Herrn Rechtsanwalt Dieminger, der, nachdem er seit Gründung des Verbandes der Vorstandschaft angehörend, stets reges Interesse für den Verband gehabt hatte, leider im vorigen Jahre gestorben ist, wurde Herr Herm. Härlin, Fabrikant in Gauting, gewählt. Die Ämter sind wie bisher verteilt und der Vorsitzende erklärte sich bereit, die Angelegenheiten des Verbandes ehrenamtlich gegen Erstattung der Unkosten zusammen mit Herrn Bachmaier, Direktor der Kunstmühle Tivoli in München, als Schatzmeister zu führen.

Bericht des 1. Vorstandes über das Jahr 1922.

Das Jahr 1922 erhielt seinen Charakter durch drei Faktoren: Progressive Geldentwertung, französische Beunruhigungen und Erpressungen und schwache, linksgerichtete Reichsregierung. Hinter diesen allgemeinen Sorgen traten alle anderen zurück, leider auch das Interesse der Mitglieder am Verband, zumal ihre Wasserkräfte nicht direkt gefährdet waren.

Das Reichsgesetz über die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft, das eine Expropriation der Großwasserkräfte vorsieht, steht auf dem Papier — wie so vieles Andere. Zu seiner Bekämpfung war viel Arbeit aufgewendet worden — vielleicht war sie nützlich, vielleicht auch überflüssig. Immerhin tauchen noch Sozialisierungsideen auf und wir haben erst kürzlich zu einer solchen Stellung genommen. Auch besteht die Absicht bei der Reichsregierung, die Landes-Wassergesetze durch ein Reichsgesetz zu ersetzen. Also auch hier Unitarisierung und Zentralisierung. Unsere Vorstandschaft hat sich einstimmig gegen solche Absichten ausgesprochen. Eine erhebliche Gefahr scheint mir eine Besteuerung der Wasserkräfte analog der Kohlensteuer.

Die ohnehin schon reichlichen Zwangsrechte des bayerischen Wassergesetzes wurden — wenn auch in wesentlich milderer Form, als ursprünglich beabsichtigt — erweitert. Durch die vom Landtag kürzlich genehmigte Novelle wurde staatlichen wie privaten Wasserkraftunternehmungen das Recht eingeräumt, Wasserkräfte, die einer großzügigeren Ausnützung entgegenstehen, zu enteignen, in erster Linie durch Ersatzlieferung von elektrischer Energie. Zu den Vorberatungen wurden wir beigezogen und unsere Vorschläge fanden Berücksichtigung. In welchem Maße die neuen Bestimmungen für Besitzer von ausgebauten Wasserkräften wirksam werden, hängt von dem Umfang künftiger Wasserkraftausbauten und von dem Vollzug ab.

Die längst beabsichtigte Vereinfachung der Staatsverwaltung und die damit Hand in Hand gehende Verbesserung der Behandlung wasserrechtlicher Fragen läßt immer noch auf sich warten. Es ist aber von verschiedenen Seiten unsere Anregung, ein selbständiges Wasseramt zu schaffen, unterstützt worden.

Leider liegt auf diesem Gebiet wieder ein Fall behördlicher Willkür vor, ähnlich einem anderen, der 10 Jahre lang allen Beteiligten viel unproduktive Arbeit verursachte und nun endlich zugunsten unseres ehemaligen Mitgliedes entschieden wurde.

An neu in Angriff genommenen Anlagen ist das Werk Mühltal (bei Schäftlarn) der Isarwerke mit 12 000 PS. zu erwähnen. Es hat interessante und schwierige Erdarbeiten und erhält modernste Maschinenanlagen mit den jetzt bevorzugten, vertikalachsigen Turbinen und Schirmdynamos.

Die früher in Angriff genommenen Großwasserkräfte an Isar, Inn, Alz, Amper und Loisach gehen der Vollendung entgegen. Der Ausbau weiterer Wasserkräfte ist derzeit wegen der Unberechenbarkeit der zukünftigen Gestaltung unserer Währungsverhältnisse und unseres Wirtschaftslebens sehr riskant. Der hohe Kapitalbedarf wirkt direkt hinderlich. Kleinere Wasserkräfte werden, wo irgend möglich, als Ersatz für die unverhältnismäßig verteuerte Kohle ausgenützt, obwohl auch für diese die Aus- oder Umbaukosten sehr hoch sind.

Die inneren Verhältnisse des Verbandes sind unverändert, auch in bezug auf den Mitgliederbestand. Daß die Mitgliederbeiträge trotz der nach außen wenig erkennbaren Tätigkeit des Verbandes bezahlt wurden, spricht ebenso wie einige Zuschriften dafür, daß das Weiterbestehen des Verbandes für nötig gehalten wird. Wenn man aber einen Zweck will, muß man auch die Mittel dazu wollen.

Wir traten dem deutschen Wasserkraftverband in Berlin bei mit Rücksicht auf eine etwa nötig werdende Einflußnahme auf die Reichsgesetzgebung.

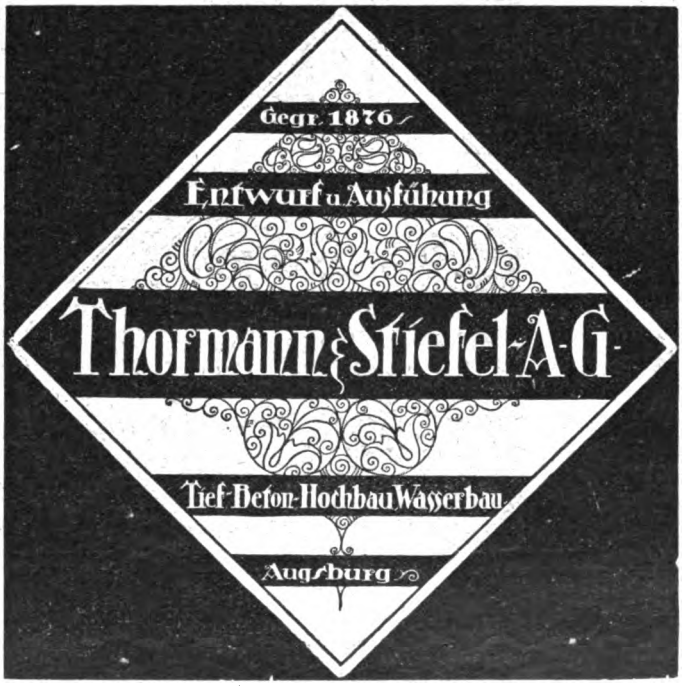
Unsere Mitgliedschaft beim Bayer. Energiewirtschaftsverband ist uns im verflossenen Jahr nicht zum Bewußtsein gekommen.

Der Geschäftsführer, Herr Dipl.-Ing. M. v. Schilcher, hat mit Jahresschluß seine Tätigkeit wieder beendet, um eine einträglichere aufzunehmen. Wenn der Verband weiterbestehen soll, müssen seine Belange wieder ehrenamtlich wahrgenommen werden, bei der heutigen umständlichen und zeitraubenden Berufstätigkeit ein schweres Opfer.

Die Zeitschrift „Die Wasserkraft" scheint sich trotz der Not der Fachpresse zu halten. Sie bringt zwar hauptsächlich Artikel, die mehr für den Fachingenieur von Interesse sind, immerhin wäre erwünscht, daß unsere Mitglieder sie halten (Abonnementpreis ermäßigt!).

Die Rechnung des Verbandes schließt ab mit 20 094 M. Einnahmen, 16 245 M. Ausgaben, und einem Saldo von 3849 M. Der Vermögensbestand beträgt 16 205 M.

Ein Fehlbetrag wurde bisher stets vermieden, doch beeinträchtigen die geringen Einnahmen naturgemäß die Tätigkeit des Verbandes.



Digitized by Google

Lesen Sie bitte!

unsere Notiz auf Seite 31 der letzten Nummer unserer „Wasserkraft", in der wir ersuchen, uns sofort die Bezugsgebühr für den Monat Februar in der Höhe von Mk. 240.— auf unser Postscheckkonto München 15109 zu überweisen. Anfang nächster Woche werden wir ohne vorherige Benachrichtigung die bis dorthin unbezahlten Beträge per Nachnahme einziehen. Eine Anzahl von Abonnenten hat an der Einziehung per Nachnahme Anstoß genommen und die Zahlung verweigert. Wir bitten also diese noch, die Bezugsgebühr für den Monat Januar in der Höhe von Mk. 120.— mit einzusenden. Ersparen Sie, bitte, sich und uns die Kosten.

Richard Pflaum Verlag A.G.

Verschiedenes

Hafenbautechnische Gesellschaft, Hamburg. Die politische und wirtschaftliche Möglichkeit vorausgesetzt, wird unsere diesjährige Hauptversammlung am 25. und 26. Mai, demnach am Schluß der Pfingstwoche, in Regensburg stattfinden. Es ist beabsichtigt, diesen Zeitpunkt im Jahre auch für die späteren Tagungen festzuhalten, demnach unsere Mitglieder und Freunde künftig alljährlich am Schluß der Pfingstwoche zu unseren Hauptversammlungen zusammenzuführen. Die diesjährige Tagung soll, der allgemeinen Lage entsprechend, zeitlich möglichst beschränkt werden. Für Donnerstag, den 24. Mai, ist ein Begrüßungsabend vorgesehen. Freitag, den 25. Mai, sollen vormittags zwei Vorträge stattfinden; der erste wird „Die süddeutschen Wasserstraßen und ihre Hafenanlagen", der andere „Die Beziehungen Süddeutschlands zu den deutschen Seehäfen" behandeln. Für den Nachmittag ist ein Besuch der Befreiungshalle bei Kelheim geplant. Für Sonnabend, den 26. Mai, sind (auf einer Dampferfahrt nach Passau) Besichtigungen der Arbeiten an der Kachletstufe oder wahlweise jener an der mittleren Isar in Aussicht genommen. Den Teilnehmern wird Gelegenheit geboten, am Sonntag, dem 27. Mai, von München aus im Gange befindliche Wasserbauarbeiten an der oberen Isar, am Inn oder Walchensee zu besuchen.

Digitized by Google

Der Wasserwirtschaftliche Ausschuß des vorläufigen Reichswirtschaftsrats beschäftigte sich in seiner Sitzung am 24. Januar d. Js. mit der Frage der Schaffung einheitlicher Wasserkataster für ganze Stromgebiete. Die großen Verschiedenheiten, welche in dieser Beziehung die verschiedenen Länder aufweisen, lassen Vereinbarungen über einheitliche Grundsätze dringend erwünscht erscheinen. Auch der Vertreter der Reichsregierung war der Ansicht, daß sich eine einheitliche großzügige Wasserwirtschaft ohne einheitliche hydrologische Untersuchungen nicht aufbauen lasse. Der Arbeitsausschuß I übernimmt es, an Hand der bereits vorliegenden Unterlagen einheitliche Grundsätze aufzustellen und sie demnächst dem Wasserwirtschaftlichen Ausschuß vorzulegen. In der Abwässerfrage finden z. Zt. noch Verhandlungen zwischen der Kaliindustrie und den hauptbeteiligten Städten statt. Dem Ausschußbeschlusse gemäß werden weitere Ermittelungen über die heutigen Mißstände in der Abwässerregelung angestellt. Über den Stand der schwebenden Kanalbauprojekte berichtete ein Vertreter des Reichsverkehrsministeriums. Die allgemeine wirtschaftliche Lage nötige zur Beschränkung auf die bereits in Angriff genommenen wichtigsten Projekte, alle weiteren Pläne müßten einer besseren Zukunft vorbehalten bleiben, es sei denn, daß die zunehmende Arbeitslosigkeit zu Notstandsarbeiten nötige.

Über die Internationalisierung der deutschen Wasserstraßen soll dem Wasserwirtschaftlichen Ausschuß demnächst besonderes Material unterbreitet werden. Der Ausschuß erklärte sich weiter damit einverstanden, die für ein einheitliches Wasserrecht zu stellenden Grundforderungen erst dann zu formulieren, wenn eine Regelung der Wasserstraßenordnung erfolgt sei.

Eine eingehende Behandlung fand alsdann der durch die Abteilung 2 des vorläufigen Reichswirtschaftsrats gestellte Antrag, betreffend die Ausnutzung der Wasserkräfte. Der Berichterstatter betonte, daß die Abteilung 2 bei ihrer Beschlußfassung von der Grundforderung ausgegangen sei, daß der Ausbau der Wasserkräfte mit Nachdruck betrieben werden, und daß hierbei die gemeinwirtschaftlichen Gesichtspunkte maßgebend sein müßten. Wasserkräfte dürften nicht auf unbeschränkte Zeit und zinslos Privaten überantwortet werden. Es wurde allseitig anerkannt, daß auf dem Gebiete der Wasserkraftausnutzung Süddeutschland, insbesondere Baden und Bayern, bereits Mustergültiges geschaffen hätten; von einer befriedigenden Wasserkraftwirtschaft des Deutschen Reiches sei man aber noch weit entfernt. Es werde Aufgabe des Ausschusses sein, hier feste Grundsätze aufzustellen und den Ländern zur Verwirklichung nahezulegen. Von einem Mitgliede wurde hierbei auf die rechtliche Seite der Sache hingewiesen. Eine direkte reichsgesetzliche Regelung käme nur in Betracht, wenn man die Wasserkräfte vergesellschafte. Wenn dieses Ziel nicht verfolgt werde, könne das Reich nur im Aufsichtswege einwirken. Der Vertreter des Reichsverkehrsministeriums teilte mit, daß für die der Reichsverwaltung unterstehenden schiffbaren Wasserstraßen z. Zt. eine Wasserstraßenordnung bearbeitet werde, die sich auch mit der Ausnutzung der Wasserkräfte an den im Reichseigentum befindlichen Flüssen befasse. Der Entwurf dieser Wasserstraßenordnung, der auch die Abwässerfrage und sonstige vom Wasserwirtschaftlichen Ausschuß behandelte Wasserwirtschaftsfragen mit umfasse, werde dem vorläufigen Reichswirtschaftsrat rechtzeitig zur Durchberatung vorgelegt werden.

Zu einigen, dem Wasserwirtschaftlichen Ausschuß vom Vorstande überwiesenen Eingaben über Abänderungen der Wasserstraßenbeiräte beschließt der Ausschuß, keine Stellung zu nehmen.

Digitized by Google

Der Ausstellerandrang zur Kölner Messe, die vom 6. bis 12. Mai stattfindet, ist so stark, daß es der Messeleitung kaum möglich sein wird, alle Raumansprüche der angemeldeten Firmen zu befriedigen. Mit der Sichtung der Anmeldungen ist schon vor einigen Wochen begonnen worden. Die Zulassung zur Messe erfolgt nur nach genauer, von besonderen Fachausschüssen vorgenommener Prüfung der Leistungsfähigkeit der angemeldeten Firmen. Die Zuteilung der Plätze an die Aussteller wird von Mitte Februar ab erledigt werden.

Russische Rohstoffe und Volkskunst-Erzeugnisse auf der Leipziger Messe. Wie auf der Herbstmesse des letzten Jahres wird man auch auf der kommenden Frühjahrsmesse in Leipzig eine umfangreiche Ausstellung russischer Rohstoffe und Fertigfabrikate vorfinden. Die Rohstoffe, vor allem Holzmaterialien, Hanf, Flachs, Wolle, Borsten, Rauchwaren, Felle, Häute, Därme, Ölkuchen, Arznei-Kräuter, Tabak usw. werden im Alten Rathaus am Markt untergebracht sein. Zur Aufnahme der Erzeugnisse der russischen Volkskunst ist dagegen das Grassimuseum vorgesehen. Hier werden Handarbeiten, Spitzen, Stickereien, Flechtarbeiten, Gewebe, Teppiche, feine Holzschnitzereien, Lackarbeiten, Zigarettenetuis und Papiermaché, ferner auch Kunstgegenstände der Halbedelstein-Industrie ausgestellt, die von den alten großen Fabriken in der Nähe von Petersburg angefertigt werden. Veranstalter der Messeausstellung sind die Handelsvertretung der Russischen Sozialistischen Föderativen Sowjet-Republik, ferner die Ukrainische Handelsvertretung, sodann der Allrussische Zentralverband der Konsumvereine „Centrosojus", weiterhin verschiedene Verbände von Moskau und Petersburg und zwar die halbstaatlichen Trusts, von denen in der letzten Zeit wiederholt in der Presse die Rede gewesen ist.

Literatur

Buchbesprechungen

Der Staffelflußbau, Kraft-, Schiffahrts- und Kulturnutzung beim Oberen Rhein von Dr. Ing. Th. Rümelin, herausgegeben von Prof. Dr. Ing. Riebensam.

Diese kleine Schrift, die zu Beginn 1923 im Dreiländer-Verlag-München erschienen ist, behandelt das derzeit akute Problem der Schiffbarmachung des Oberrhein. Der Verfasser tritt entgegen den französischen Absichten einer Seitenkanalführung im Elsaß für eine Staffelung des Flusses ein und bringt dabei für die Kraftausnützung den Vorschlag, Lawaczeck'sche Umformer in die Wehre einzubauen. Es ergeben sich mit dieser Anordnung feste Wehre mit durchlaufender fester Wehrkrone, die nur dort durchbrochen sind, wo die Umformer eingebaut werden. Der Umformer ist eine Kombination von Turbine und Kreiselpumpe. Die Turbine nutzt das vorhandene Wehrgefälle aus und die gewonnene Arbeit wird dazu verwendet, das Flußwasser hochzuheben, um dann mit hohem Gefälle in einer wirtschaftlicheren Turbine mit Generator in elektrische Energie übergeführt zu werden. Seitenkanäle, Einlaufbauwerke und

KÖLNER MESSE
6. BIS 12. MAI 1923
MESSEAMT KÖLN

Carl Gutmann
München
Techn.-Büro
Schwindstr. 10 Tel. 51749
Reichhaltiges Lager in
Elektromotoren
Anlasser, Zubehör
Treibriemen
355

Kugellager
liefert 386
Findling & Co. Berlin
Königgrätzerstr. 70

Bei allen Anfragen bitten wir höfl. Bezug nehmen zu wollen auf „Die Wasserkraft"

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 5 **München, 1. März 1923** **18. Jahrgang**

Hydrologische Analytik in der Praxis[1])

Von Dr. Ing. G. Thiem, Leipzig, Zivil-Ingenieur für Wasserversorgung.

Für die rechnerische Behandlung aller hydrologischen Erscheinungen und Vorgänge in der Natur bedient man sich des von Darcy aufgestellten Filtergesetzes. Es lautet in seiner einfachen Form

$$v = k\,i \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

worin v die Geschwindigkeit des Grundwassers, bezogen auf den offenen Querschnitt F angibt, i das verbrauchte Gefälle und k endlich einen Beiwert, der von der Art des Filtermaterials abhängig ist. Das Gesetz besagt somit die Proportionalität zwischen Geschwindigkeit und Gefälle und die meisten Forscher auf hydrologischem Gebiet, wie A. Thiem u. a., haben darauf ihre weiteren analytischen Entwicklungen aufgebaut. Forchheimer hat sich selbst durch Versuche mit diesem Gesetz eingehend beschäftigt. Die Untersuchungen haben ergeben, daß dem Geltungsbereich des Gesetzes gewisse Grenzen gezogen sind und daß es die alleräußersten Anwendungsmöglichkeiten nicht verträgt. Bei starker Steigerung der Durchflußmenge oder bei erheblichem Wachstum des Korndurchmessers wächst das Gefälle schneller, als die Geschwindigkeit. Die Durchflußmenge nimmt nicht mehr proportional dem Gefälle, sondern etwas langsamer zu. Trotzdem genügt das Gesetz allen praktischen Anforderungen. Durch seine Anwendung werden alle hydrologischen Erscheinungen beherrscht, die sich überhaupt in der Natur vorfinden. Man hat ihm das Potenzgesetz

$$v^m = k\,i \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

gegenübergestellt. Bei Darcy wird $m = 1$. Ich weiß nicht, ob sich die Praxis überhaupt dieses letzteren Gesetzes bedient. Bestehen schon Schwierigkeiten, alle hydrologischen Erscheinungen mit dem einfachen Gesetz zu zwingen, so noch mehr mit dem verfeinerten. Man muß doch immer bedenken, daß die Anwendung des Gesetzes Zustände im Untergrunde voraussetzt, wie sie sich kaum vorfinden. Man sollte sich immer den Ausspruch des Hydraulikers Dupuits vor Augen halten: Les Formules ne sont des outils que doit diriger l'intelligence et qui ne peuvent jamais la remplacer.

Mit

$$v\,F = Q \quad \ldots\ldots\ldots \quad 3)$$

findet man die Grundwassermenge. Die Gleichung 1 nimmt dann die Gestalt an

$$Q = k\,i\,F \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4)$$

Setzt man an die Stelle von F den Wert $\psi\,f$, worin ψ das Verhältnis zwischen durchlassender und benetzter Fläche angibt, und faßt man das Produkt $k\,\psi$ in einen Ausdruck s zusammen, dann erhält man die erweiterte, in der Praxis übliche Form des hydrologischen Grundgesetzes

$$Q = s\,i\,f \quad \ldots\ldots\ldots \quad 5)$$

s bezeichnet hierin die sogenannte „Einheitsergiebigkeit", welcher Ausdruck von mir geprägt wurde. Es ist diejenige Wassermenge, die die Flächeneinheit eines Quadratmeters bei herrschender spezifischer Gefällseinheit in der Zeiteinheit der Sekunde liefern würde. i und f müssen darum Verhältniszahlen sein, da s ein Kubikmaß angibt.

Im gleichen Sinne hat sich schon Forchheimer in seiner Abhandlung über Brunnenanlagen und Sickerschlitze ausgesprochen.

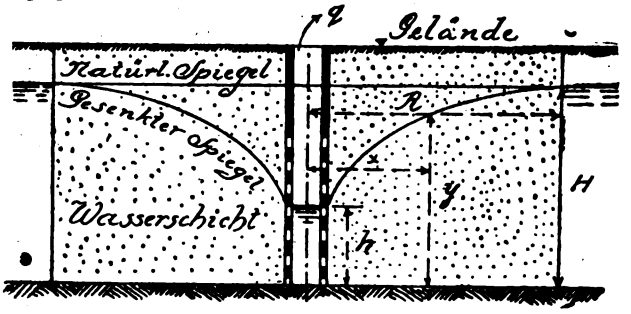


Abbildung 1. Wassertragende Sohle.

Es sollen nun mit Anwendung dieses Gesetzes verschiedene Aufgaben der Hydrologie behandelt werden, wie sie die Praxis vielfach bietet. Der häufigste Fall ist die Ermittlung der Ergiebigkeit eines Brunnens mit freiem Grundwasserspiegel, wie er durch die Darstellung auf Abbildung 1 wiedergegeben ist. Ihm wird dauernd die Wassermenge q entnommen. Die Mächtigkeit der wasserführenden Schicht ist H; R bezeichnet die Entfernung, in der sich der abgesenkte Spiegel wiederum dem natürlichen angepaßt hat. h ist der Wasserstand im Brunnen selbst und r sein Halbmesser. x und y sind schließlich die Koordinaten irgend eines beliebigen Punktes der Absenkungslinie. Der Brunnen bezieht sein Wasser aus einem Speisegebiet, das ihn kreisförmig umgibt. Unter dieser Voraussetzung gilt die Gleichung

$$q = s\,2\,\pi\,x\,y\,\frac{d\,y}{d\,x} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 6)$$

Nach Auflösung der Differentialgleichung und ihrer Integration innerhalb der in der Abbildung angegebenen Grenzen erhält man

$$q = s\,\pi\,\frac{H^2 - h^2}{ln\,R - ln\,r} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 7)$$

ln gibt den natürlichen Logarithmus an. Die Gleichung für die Brunnenergiebigkeit stammt von A. Thiem. Bei Brunnen mit gespanntem Spiegel ist gemäß der zweiten Abbildung m die Mächtigkeit der wasserführenden Schicht,

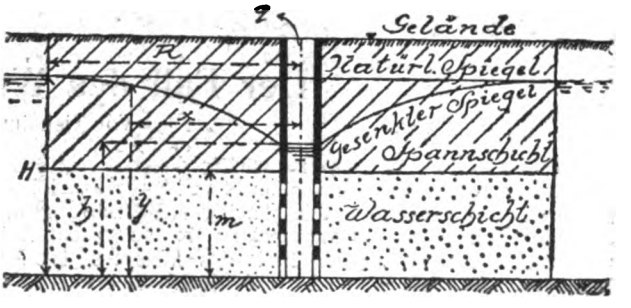


Abbildung 2. Wassertragende Sohle.

[1]) Der Artikel war für die Sondernummer, welche wir anläßlich des 70. Geburtstages des Herrn Prof. Dr. Ph. Forchheimer herausbrachten, gedacht, konnte aber infolge Raummangel nicht mehr Aufnahme finden.

Digitized by Google

während H und h die Höhen des Grundwasserspiegels angeben, von der wassertragenden Sohle bis zur Absenkungslinie. Man findet in sinngemäßer Ableitung

$$q = \varepsilon\, 2\, \pi\, x\, m \frac{dy}{dx} \quad \ldots\ldots\ldots 8)$$

und daraus durch Integration

$$q = \varepsilon\, 2\, \pi\, m \frac{(H - h)}{\ln R - \ln r} \quad \ldots\ldots 9)$$

Für ein- und denselben Brunnen sind ε, π m, R und r konstante Größen und können darum durch einen Beiwert k bezw. k_1 ersetzt werden. Da ferner $H - h = s$ die Spiegelsenkung im Brunnen angibt, so findet sich als Ergiebigkeitsgesetz bei freiem Spiegel

$$q = k\,(2\,H - s)\,s \quad \ldots\ldots\ldots 10)$$

bei gespanntem Spiegel

$$q = k_1\, s \quad \ldots\ldots\ldots 11)$$

Im ersten Fall wächst darum mit zunehmender Spiegelabsenkung die Ergiebigkeit nach dem Gesetz einer gemeinen Parabel, im anderen Falle, bei artesischem Wasser, ist sie proportional der Absenkung.

Das Grundwasser strömt einem Brunnen in radialer Richtung zu. Vielfach soll die Zeit ermittelt werden, die bis zur Ankunft eines Wasserteilchens im Brunnen vergeht. Bezeichnet p das Porenvolumen der wasserdurchlassenden Schichten, so hat man bei freiem Grundwasserspiegel (Siehe die Abbildung 1) die Beziehung

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{q}{p\, 2\, \pi\, xy} \quad \ldots\ldots 12)$$

Mit Bezug auf Gleichung 7 erhält man

$$dt = \frac{p\, 2\, \pi}{q} H \sqrt{1 - \frac{q}{\varepsilon\, \pi\, H^2} \ln \frac{R}{x}}\; x\, d\, x \quad 13)$$

Die Integration zwischen den Grenzen $x = R$ und $x = r$ ergibt die Zeit für die Zurücklegung der Strecke vom äußersten Einwirkungsbereich bis zum Brunneninnern.

Für die Integration findet sich keine geschlossene Form, sondern man muß nach einer binomischen Reihe entwickeln. Man sieht darum, wie ein hydrologisch scheinbar einfacher Fall analytisch die größten Schwierigkeiten bietet. Hingegen gelingt die rechnerische Behandlung bei gespanntem Grundwasserspiegel. Unter Hinweis auf Abbildung 2 hat man

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{q}{p\, 2\, \pi\, x\, m} \quad \ldots\ldots 14)$$

unter Anwendung des Wertes für q in Gleichung 9 kommt

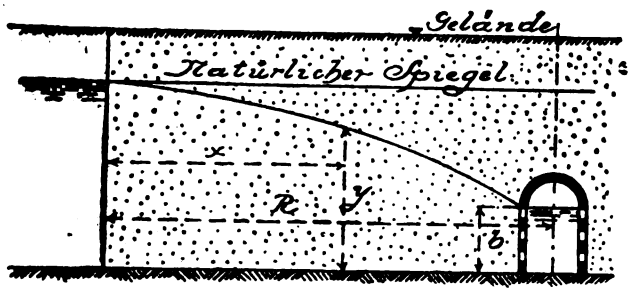


Abbildung 3. Wassertragende Sohle.

$$t = \frac{p}{2\, \varepsilon} \frac{(\ln R - \ln r)}{H - h} (R^2 - r^2). \quad \ldots\ldots 15)$$

Dieselben Betrachtungen seien schließlich noch für einen unbegrenzt langen Sickerschlitz angestellt, wie ihn die Abbildung 3 verdeutlicht. Das Grundwasser fließe senkrecht auf ihn und aus der Entfernung R zu. Die Bedeutung der übrigen Buchstaben läßt die Zeichnung erkennen. Es gilt

$$q = \varepsilon\, y \frac{-dy}{dx} \quad \ldots\ldots\ldots 16)$$

und nach Integration innerhalb der aus der Abbildung erkennbaren Grenzen

$$q = \varepsilon \frac{(H^2 - h^2)}{2\, R} \quad \ldots\ldots\ldots 17)$$

Bei gespannten Spiegeln tritt an die Stelle des veränderlichen Wertes von y der konstante von m ein und man erhält

$$q = \varepsilon\, m - \frac{dy}{dx} \quad \ldots\ldots\ldots 18)$$

$$q = \frac{\varepsilon\, m\, (H - h)}{R} \quad \ldots\ldots\ldots 19)$$

Die Fälle der Zeitbestimmung t sind sehr häufig, sobald es sich um die Erzeugung von künstlichem Grundwasser aus einem parallel zum Sickerschlitz gelegenen Fluß handelt. Bei freiem Spiegel findet sich

$$v = \frac{q}{py} = \frac{dx}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots 20)$$

Aus 16 kann man die Gleichung der Absenkungskurve auf y entwickeln und den Wert von y in 20 einsetzen und findet dann durch Integration

$$t = \frac{4\, R^2\, p}{3\, \varepsilon} \frac{(H^3 - h^3)}{(H^2 - h^2)^2} \quad \ldots\ldots 21)$$

Der Ausdruck vereinfacht sich sehr bei gespannten Wässern. Man hat hier

$$v = \frac{q}{p\, m} = \frac{dx}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots 22)$$

$$t = \frac{p\, R^2}{\varepsilon\, (H - h)} \quad \ldots\ldots\ldots 23)$$

Bei kleinen Absenkungen des Grundwasserspiegels in der Sickergalerie und großen Mächtigkeiten der wasserführenden Schicht kann man auch bei freien Spiegeln die Gleichung 23, die für gespannte Spiegel gilt, ohne weiteres verwenden, da sich praktisch keine bedeutenden Unterschiede ergeben.

Alle diese Gesetze sind entwickelt unter der Voraussetzung einer gleichbleibenden Mächtigkeit der wasserführenden Schicht und der Unveränderlichkeit der Durchlässigkeit des — wasserführenden — Untergrundes. Treten hierin Wechsel ein, dann lassen sich die hydrologischen Erscheinungsformen in der Natur nur noch innerhalb örtlich beschränkter Grenzen analytisch beherrschen, wo der Aufbau der Schicht eine gewisse Gewähr für seine Gleichmäßigkeit gibt. Es wäre darum praktisch nur zu rechtfertigen, bei allen Untersuchungen von vornherein sich eines grundlegenden Gesetzes zu bedienen, das den Vorzug der Einfachheit und der zuverlässigen Gültigkeit für die im Untergrund sich vollziehenden hydraulischen Vorgänge besitzt. Diese Eigenschaften hat aber das Darcysche Gesetz.

Der Fall des Wassers bei Bauwerken

Von Geheimen Baurat Graevell.

Der Fall des Wassers tritt in die Erscheinung, abgesehen von Tropfen, im sogen. freien Strahl oder im freien Überfall mit allseitiger Begrenzung durch die Luft und zwar im allgemeinen in schichtenförmiger (laminarer) Struktur. Der Fall des Wassers in Rohrleitungen, der für Sammel- und Kraftleitungen von Bedeutung ist, soll hier nicht behandelt werden. Für den einfachen, freien, also eine etwaige Wand nicht berührenden Strahl kommt die Beschaffenheit eines eventl. vorgesehenen Mundstückes in Frage, für den Überfall die Gestaltung der Überlaufskante. In beiden Fällen geben die technischen Handbücher über die Wirksamkeit der betreffenden Anordnungen nähere Auskunft. In bezug auf den Zustand der Luft unter der Überfallstelle sind zu unter-

Digitized by Google

scheiden der sogen. gelüftete, der gehobene, der gesenkte und der wassergefüllte Strahl, bei denen die betr. Luftmasse in neutralem, gepreßtem oder verdünntem Zustand sich befindet oder letzteren Falles durch Wasser ersetzt ist, bei allen gewöhnlich mit je einer Walzenbildung über und unter dem eigentlichen Strahl. Es kommt ferner noch in bezug auf die Überfallswand der angeschmiegte, sowie bei den Grundwehren in Ansehung der Oberfläche des Abflusses der sogen. gewellte Strahl vor. Infolge des Falles tritt natürlicherweise eine Vermehrung der Geschwindigkeit ein. Bei gleicher Abflußmenge, also im Beharrungszustand, werden somit die Querschnitte der Wasserfäden kleiner, diese also dünner, daher auch der ganze Strahl in seinem Fortschreiten schmäler. Durch den unvermeidlichen Gehalt und Einschluß von Luft im Wasser, namentlich im strömenden Zustand, der durch die Veränderung der Stromfäden des Strahls mehr gerichtet und durch die mit wachsender Geschwindigkeit vermehrte Oberflächenreibung und die bei hohen Geschwindigkeiten entstehende Ansaugung von Außenluft sowie durch Wind noch vermehrt wird, entsteht aber doch eine geringe Neigung zur Stauchung der Wassermasse und daher auch zu einer gewissen Wiedererbreiterung und Zerstäubung. Diese treten bei steigenden und geneigten Strahlen, wo infolge der verminderten Geschwindigkeit eine Volumenvermehrung eintritt, natürlicherweise in erhöhtem Maße in die Erscheinung. Die nutzbare Druckhöhe an der Mündung des Strahles wird praktisch nicht unmittelbar an dieser, wo eine Einziehung herrscht, sondern an einer etwas entfernten Stelle mit wesentlich größerem Querschnitt zu ermitteln sein.

Die Steighöhe eines lotrechten sowie die Sprungweite eines geneigten Strahles zeigen selbst bei frischen Winden noch einen gut zusammenhaltenden, also geschlossenen Strahlteil und eine nach dem Ende zu anschließende, sich erbreiternde offenere Tropfengarbe, deren Abschluß von den äußersten Tropfen bei Windstille an gerechnet zu werden pflegt. Bei gleicher Druckhöhe entsprechen infolge des Luftwiderstandes einer größeren Mündungsweite auch eine größere, wenn auch nicht sehr wesentlich abweichende Steighöhe und Sprungweite des Strahles. Die Tropfengarbe verlängert den gut geschlossenen Strahl, mit dem Druck wachsend, für die üblichen Steighöhen um etwa 20—60 Prozent, für die Sprungweiten um 90—150 Prozent. Bei einem fallenden Strahl ist die Bildung einer wesentlichen Tropfengarbe naturgemäß nicht gegeben, die so wie so durch die nachstürzende geschlossene Wassermasse wieder verhindert wird, es sei denn bei außerordentlichen Höhen und in Verbindung mit einer zerstreuend wirkenden Abfallwand. Gleitet der Strahl bezw. der Überfall (die Wasserwand) auf seinem Fall an einer Fläche entlang, so wird von seiner lebendigen Kraft die diesem Bewegungshindernis entsprechende Widerstandsarbeit abzusetzen sein. Der Widerstand, welcher hauptsächlich in der Flächenreibung besteht, und auf diese gegründet werden darf, kann angenähert durch die Beziehung $W = k\,b\,l\,v^2$ in kg ermittelt werden, worin k ein Reibungsbeiwert, der bei sinngemäßer Anwendung etwa den diesbezüglichen Werten der neueren Geschwindigkeitsformel von Bazin entspricht, b die Breite, l die Länge der berührten Fläche und v die mittlere Geschwindigkeit des Wasserstrahls in m darstellen. Die Formel für die Luftreibung, die für die anderen Seiten des Strahles in Betracht kommt, hat dieselbe Fassung. Der Reibungsbeiwert für dieselbe dürfte erfahrungsgemäß anscheinend etwa betragen

$$k_1 = \frac{0{,}01 \cdot 10}{14} = 0{,}007.$$

Gut zusammengehaltene Strahlen lösen sich auf der vom Strahl getroffenen Fläche ohne Bildung eines wesentlichen Wasserrückwurfs, in radialer Richtung auseinanderfließend, auf und zwar unabhängig sowohl von der Neigung des Strahles, als auch vom Auffallswinkel oder von der Entfernung der Ausflußmündung von der getroffenen Fläche, vorausgesetzt, daß rückfallendes Wasser die Ausbreitung nicht hindert. Die strahlenförmige Ausbreitung wächst mit der Strahlstärke, der Ausflußgeschwindigkeit und mit der Glätte der getroffenen Fläche. Nur die vom eigentlichen Strahl abgetrennten Tropfen bewegen sich nach dem Anprall entsprechend dem Gesetz der Reflektion. Das radiale Abfließen beginnt an der Aufschlagsstelle mit scheinbar unverminderter relativer Geschwindigkeit des Strahles. Sie vermindert sich nur allmählich unter dem hindernden Einfluß von Schwere und Reibung. Die Abflußgeschwindigkeit ist unabhängig von der Masse des getroffenen Körpers entgegengesetzt dem Verhalten fester Körper. Bei ungehinderter Ausbreitung auf der Fläche wird die Dicke der Flüssigkeitsschicht schließlich äußerst gering. Gewölbte Flächen vermögen mittels Adhäsion die Ausbreitung des Strahles wesentlich von der Tangentialebene an der Auflagestelle abzulenken. Bei hohlen Flächen folgt die Ausbreitung der Flächengestalt ganz, soweit es Schwere und Reibung des Wassers zulassen. Flüssigkeiten in Gefäßen nehmen den hydraulischen Druck auftreffender oder hineingeführter Strahlen wie winkelrecht getroffene Ebenen auf, und übertragen ihn auf die Gefäßwand mit einer Mittelkraft, die die Richtung des Strahles annimmt.

Stellt sich dem Wasserstrahl ein fester Körper entgegen, so wird nach den bekannten Gesetzen ein Stoß, das heißt also ein hydraulischer Druck, erzeugt, dessen Größe für den graden Stoß ohne Berücksichtigung der Reibung dargestellt werden kann durch den Ausdruck

$$P = \frac{\gamma}{g} Q\,(v - c)\,(1 - \cos\alpha),$$

bei Berücksichtigung der Reibung an der Fläche mit dem Beiwert ζ, bezogen auf $h = \frac{v^2}{2g}$, ist aber

$$P_r = \frac{\gamma}{g} Q\,(v - c)\left(1 - \frac{\cos\alpha}{\sqrt{1+\zeta}}\right)$$

Es bedeuten dabei P diesen Stoß in kg gegen die Fläche, F den Querschnitt des Strahls in qm, v dessen Geschwindigkeit in m/sec., c die Geschwindigkeit, mit der sich die getroffene Fläche im Sinne von v in m/sec. bewegt, γ das Gewicht eines cbm Wasser = 1000 kg, g die Beschleunigung der Schwere = 9,81 m/sec., α den Winkel, um den der Wasserstrahl abgelenkt wird, $h = \frac{v^2}{2g}$ die v entsprechende Geschwindigkeitshöhe in m und Q die Wassermenge, die zum Stoß gelangt, in cbm/sec. Es ist $Q = (v - c)\,F$, wenn immer dieselbe Fläche gestoßen wird, dagegen $Q = Fv$, wenn (wie z. B. bei Wasserrädern) sich eine ununterbrochene Reihe von Flächen dem Strahle entgegenstellt. Für eine Ebene senkrecht zur Richtung des Strahls, welche so groß ist, daß die Wasserstrahlen sämtlich um $\alpha = 90^0$ abgelenkt werden, ist $P_1 = \frac{\gamma}{g} Q\,(v - c)$, und wenn die Ebene sich dabei in Ruhe befindet, also $c = 0$ ist, so wird

$P_1' = \frac{\gamma}{g} F v^2 = 2\,\gamma\,F\,h$. Diese Formel gilt aber nur, und zwar angenähert, wenn die Größe der gestoßenen Fläche mindestens dem Sechs- bis Neunfachen des Strahlquerschnitts entspricht, und wenn der Abstand von der Mündung mindestens die doppelte Strahldicke beträgt. Haben aber Strahl und Fläche den gleichen Durchmesser, so wird bei $\alpha \sim 60^0$ der Beiwert der letzten Formel $P_1' = 2\,\gamma\,Fh$ statt 2 nur zu 1, bei doppeltem Größenverhältnis und bei ganz naher Stellung zur Mündung bei $\alpha \sim 75^0$ zu 1.5 zu nehmen sein. Wird der Strahl durch eine hohle Fläche bezw. zwei derselben oder auch mit entsprechenden Leisten eingefaßte grade Flächen gezwungen in der entgegengesetzten Richtung wieder abzufließen, also bei $\alpha = 180^0$, so wird

$P_2 = \frac{2\,\gamma}{g} Q\,(v - c)$, bezw. wenn die Fläche sich in Ruhe befindet, $P_2' = 2\,\gamma\,F\frac{v^2}{g} = 4\,\gamma\,Fh$. Durch systematisch wiederholte Umkehrungen des Wasserstrahls können bei

Digitized by Google

dazu geeigneten Vorkehrungen im zuvor angegebenen Sinne noch höhere Kraftleistungen zur Erfassung der vorhandenen lebendigen Kraft erzielt werden, wobei indessen in Betracht zu ziehen ist, daß sich dementsprechend aber auch die Widerstände, welche bei einfachen und natürlichen Bahnen zur Richtungsänderung, namentlich bei geringen Geschwindigkeiten, nur klein sind, nicht unwesentlich erhöhen. Je geringer bekanntlich die Wassergeschwindigkeiten sind, um so anstandsloser vermögen die Stromfäden sich den Richtungsänderungen anzupassen, so daß bei ganz sachter Bewegung sogar schroffe Richtungsänderungen und selbst Gegenwinkel ohne wesentliche Erhöhung der Bewegungswiderstände noch genommen werden.

Durch die Reibungswiderstände werden der Stoßdruck und die Abflußgeschwindigkeit offenbar vermindert und zwar bei geringer Druckhöhe, wo sie nur einige wenige Prozente betragen, weniger wie bei stärkerer, bei ebenen Flächen wesentlich weniger wie bei hohlschalenförmigen Körpern. Es sind in dünner Wand Kraft- und Geschwindigkeitsverluste bei Fallgeschwindigkeiten bis zu 12,5 m von bis etwa 18 Prozent gefunden worden. Bei Anwendung eines konoidischen Mundstückes tritt eine Ermäßigung von rund 2 Prozent ein.

Die Arbeitsstärke des Stoßes $L = Pc$ **in mkg/sec. ist am größten, wenn** $c = \frac{v}{2}$ **wird, wofür sich alsdann die Leistung in den zwei zuvor behandelten Fällen ergibt zu** $L'_1 = \frac{1}{2}\frac{v^2}{2g}\gamma Q = \frac{1}{2}\gamma h Q$, **bezw.** $L'_2 = \frac{v^2}{2g}\gamma Q = \gamma h Q$.

Für eine vom Strahl inner- oder außerhalb getroffene Flüssigkeit im Gefäß beträgt $P = \frac{Q\gamma}{g}(v \cos\alpha - c)$; **für** $\alpha = 0 = c$ **wird** $P = 2 F h \gamma$, **also genau so groß wie beim Stoß gegen eine ebene feste Fläche.**

Ist der Stoß unter dem Winkel α **gegen eine Ebene gerichtet, handelt es sich also um einen sogen. schiefen Stoß, so wird der Gesamtstoß in der Richtung des Strahls, wenn das Wasser ausweicht und zwar nur nach einer Seite:** $P_3 = (1 - \cos\alpha)\frac{v-c}{g}\gamma Q$, **nach zwei Seiten** $P_4 = \sin^2\alpha \frac{v-c}{g}\gamma Q$, **nach allen Seiten (nach Weißbach)** $P_5 = \frac{2\sin^2\alpha}{1+\sin^2\alpha}\frac{v-c}{g}\gamma Q$, **dabei tritt eine gleichmäßige Verteilung des** Strahles nach allen Seiten ein mit einer der Neigung des Einfallwinkels entsprechenden Strahllänge. Der Stoß im ersten Augenblick ist beinahe noch einmal so groß wie später bei andauernder Strömung. Wie bei einer konkaven Fläche die Verzögerung des Ausflusses durch die Reibung den Stoßdruck vermindert, so erhöht sie ihn bei konvexer gestoßener Fläche.

Kommt der stoßende Wasserkörper ins **Fließen**, bewegt er sich also zwischen festen Wandungen vermöge eines Schwerpunkts- bezw. Spiegelgefälles, von sehr geringen Geschwindigkeiten abgesehen, also mit Turbulenz, so kommt der Stoß des unbegrenzten Wassers in Betracht, der bekanntlich den hydraulischen Druck ausübt:

$P = \psi\gamma F\frac{v^2}{2g}$, **wobei** ψ **einen von der Form und Größe sowie von** der Beschaffenheit der Wandungen und der Gestalt der beiderseitigen Endigungen des eingetauchten Körpers abhängigen Beiwert bedeutet, der bei ruhendem Körper größer ist wie bei bewegtem Körper und sich, um einen Begriff über seinen ungefähren Wert zu geben, nach den bisher vielfach noch maßgebenden Versuchen für prysmatische Körper mit stumpfen Enden, je nach dem Verhältnis der Länge zur Wurzel aus der Fläche $\frac{l}{\sqrt{F}}$, **etwa in den Grenzen von 1,86 bis** 1,30 bezw. 1,43 bis 1,10 hält, für zugeschärfte Vorder- und Hinterseiten aber, je nach der Größe des Zuschärfungswinkels, noch um 0,96 bis 0,40 bezw. 0,94 bis 0,84 heruntergeht. Die neuesten vielseitigeren Untersuchungen, die noch mehr auf die Form des eingetauchten Körpers eingehen, haben mitunter etwas geringere Werte als zuvor ergeben. Näheren Aufschluß über die Bewegung des Wassers, über seine Widerstände und über ihren Einfluß auf die Form des eingetauchten Körpers haben erst die Lehren der Stromlinientheorie, die neueren, großzügig ausgeführten Versuche und die Lichtbildaufnahmen gebracht, wie sie für den modernen wissenschaftlichen Schiffsbau und neuerdings auch für die Luftschiffahrt und das Flugwesen zur Geltung gelangt sind. Hier ist aber nicht der Ort, auf diese interessante Materie, schon aus Mangel an verfügbarem Raum und dem Fehlen einleitender Vorbegriffe, näher einzugehen. (Vergl. u. a. die Abhandlung des Verfassers „Einiges über Wasserteilung, ein Beitrag zur praktischen Hydraulik" in der Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 1919, Seite 269, worin auch Angaben über Reibungswirbel gemacht sind.) Doch sei zum besseren Verständnis des Nachfolgenden hier noch kurz erwähnt, daß die Stromlinien, die die Bewegungsrichtung in der strömenden Flüssigkeit darstellen, und deren Abstand voneinander ein Maß für die Größe der Geschwindigkeit abgibt, in der Weise, daß einer Zusammendrängung eine Vergrößerung und umgekehrt entspricht, dazu angetan sind, eine übersichtliche Erkenntnis des Strömungsvorganges zu ermöglichen. Wer sich in eine Stromliniendarstellung einigermaßen eingelebt hat, wird auch ohne Berechnung sich nach einiger Überlegung unschwer ein Bild dieser Linienzüge aus freier Hand darstellen können, das ihm die ungefähre Richtung der sich bewegenden Wasserfäden darstellt, in die sich beispielsweise der abstürzende und der gewendete freie Wasserstrahl bis zu seinem ordnungsmäßigem Abfluß im beruhigten Unterwasser austeilt. Die Stromlinien bewegen sich naturgemäß in der mechanisch kürzesten Richtungslinie mit dem geringsten Aufwand an Kraft zur Überwindung der Bewegungswiderstände und Wegehindernisse. Wie sich ein Wasserlauf in wagrechter Richtung ausbildet, so tut er es offenbar auch in senkrechter Beziehung. Auch hier kann eine ausgebildete strömende Wasserrinne, der sich erhaltende, natürlicherweise auch umbildende, und zwar gewöhnlich sich erweiternde, eigentliche Wasserstrahl, von dem anhaftenden Beiwerk, welches den sogen. toten Stellen mit ihren Gegenströmungen und Wirbelbildungen entspricht, als für den Abfluß unwesentlich, getrennt gehalten werden. Die Linienbegrenzung der toten Flächen in der senkrechten Bildebene stellen die ausgleichenden Verbindungen schroffer Wechsel im Zuge des eigentlichen Strahles dar. Ihr Raum wird statt von Wirbeln von sogen. Walzen, das sind eine Art von Wirbeln mit wagrechten Achsen, eingenommen, welche von der angrenzenden Strahlströmung in Bewegung gesetzt, von dieser ab auswärts drehen und bei freier Lage am oberen Abschluß steil abfallen, und daher meist dort überbrechen, indem sie dort einen stehenden Wassersprung bilden. Es wird also der Wasserstrahl, vergleichbar wie der Vorgang bei einem Walzwerk, zwischen diesen scheinbaren Walzenführungen oben und unten, letzterenfalls noch durch die Sohle des Wasserbetts, auseinandergezogen bezw. rückwärts gerichtet, zusammengedrückt. Diese beiderseitige Walzenbildung verdeckt häufig die Sichtlichkeit des eigentlichen Strahlabflusses, und macht dadurch dessen Bild unklar, so daß sich empfiehlt, Strom und Beiwerk von vornherein wenigstens sinnlich genügend auseinanderzuhalten, damit Klarheit über die wirklich stattfindende Wasserbewegung herrsche. Die Walzen sind Hilfsmittel der Selbstregulierung des Wasserlaufes, gleichsam Friktionsbremsen.

Trifft der Wasserstoß unabgelenkt unmittelbar das Erdreich, so ist von diesem der hydraulische Druck nach seiner normalen Komponente in der zuvor mitgeteilten Stärke vollständig aufzunehmen. Zur Erhaltung des getroffenen Erdreichs bezw. eines dasselbe schützenden künstlichen Bauwerks wird die unter dem Einfluß des Wassers noch zulässige Belastung des Untergrundes maßgebend sein. Diese Forderung setzt also nicht nur eine dauernd gesicherte Wasser- und Frostbeständigkeit, sondern auch einen ausreichenden Schutz gegen Loslösungen von Ein-

Digitized by Google

schlüssen und Beimengen sowie gegen ein zerstörendes Eindringen des Wassers in Fugen, Risse, Spalten usw. voraus. Bei inneren, dem Wasser zugänglichen Hohlräumen kommt unter Umständen auch die starke Wirkung hydraulischen Preßdrucks in Betracht, die dann besondere Vorsicht erfordert. Auch das plötzliche Herausstürzen eingedrungener Wassermassen beim Zurücktreten des Wasserspiegels sowie ein etwaiges Ansaugen infolge von starker Strömung und Wirbelbildung kann für das Gefüge schädlich sein und wäre zu beachten. Jeder Bodengattung, vom weichen Ton- und sehr feuchtem, feinkörnigen Sandboden bis zum festgelagerten, groben Sand, dem Kies und Schotter entsprechend, pflegen Pressungen von 0,5 bis 6,0 kg/qcm noch als zulässig erachtet zu werden. Bei Felsen und Mauerwerk ist die erprobte rückwirkende Festigkeit, soweit sie durch Versuche, Erfahrung oder Vorschrift feststeht, mit dem üblichen Sicherheitsgrad anzuwenden. Die Biegungsfestigkeit kommt insofern in Frage, als sie zur gesicherten Verteilung des örtlichen Druckes auf die Unter- oder Rücklage noch nötig wird. Zur Beurteilung der Möglichkeit und event. Wirkung einer etwaigen Ausspülung und Kolkbildung wäre aber noch zu beachten, daß außer der oben ausgeführten zulässigen Belastung der Druckstelle, die für deren dauernden Bestand maßgebend ist, noch die sogen. Setzungsgrenze in Betracht kommt, wo sich bereits unzulässige Setzungsunterschiede einstellen und weiterhin die sogen. Versenkungsgrenze, wo das Werk schon in das umgebende Gelände einsinkt, wo also die Fließgrenze des Unterlagstoffes bereits erreicht ist. Die Zulässigkeitsgrenze für den Druck pflegt je nach der Verläßlichkeit der Ermittelungen mindestens gleich dem zweifachen Setzungsdruck angenommen zu werden. Liegen Anhalte für beide letzteren Druckgrenzen nicht vor und sind Versuchsergebnisse nicht zu erlangen, so würden Rückschlüsse auf erstere aus den Werten der üblichen zulässigen Beanspruchung einigermaßen aushelfen können.

Für die Aushöhlung, also auch für die Einleitung der Kolkbildung kommt in Betracht, daß, wie schon vorher erwähnt, durch Schaffung einer geeigneten konkaven Fläche der Wasserdruck bis auf das Doppelte erhöht werden kann, welche Verstärkung bei zu weit gehender Erbreiterung der Höhlung aber wieder verloren geht. Diese Wirkung ist für die Lösung von Erdwänden bei Einschnitten und Seitenentnahmen mittels Wasserstrahls und Weiterförderung durch Spülung beachtenswert. Für die Wirkung des Wassers wäre ferner noch zu erwähnen, daß dieses für praktische Zwecke als unzusammendrückbar, also als unelastisch, angesehen werden darf, und daß im Zustand des Gleichgewichts, also auch in geschlossener fester Umhüllung, ein bewirkter Druck sich nach allen Seiten gleich stark äußert, daß aber unter derselben Einwirkung bei einer freien Oberfläche dort eine das Gleichgewicht wiederherstellende Erhöhung des Wasserspiegels und eine Wellenbewegung, dem Prinzip der kommunizierenden Röhren vergleichbar, erfolgen muß. Die Mittelkraft der einzelnen Kraftkomponenten ist im Zustand des Gleichgewichts senkrecht zur freien Oberfläche sowie allen Flächen gleichen Drucks, den sogen. Niveauflächen, gerichtet. Die durch Störungen entstehenden Oberflächenerhebungen sind zunächst **Einzelwellen**, die aber unter besonderen Umständen in regelmäßige schwingende Wellensysteme mit Interferenz und Reflexion übergehen können, wobei dann die durch die Wassertiefe ungehinderte, in voller Entwicklung begriffenen elliptischen Bahnen der einzelnen Wasserteilchen von der Oberfläche nach der Tiefe zu sich flacher gestalten, bis sie an der Sohle zu graden Linien werden. Die gedoppelte spiralförmige Bewegung der Wasserteilchen beim Fließen kann auch als scheinbare Wellenbewegung aufgefaßt werden. Nicht sichtliche Wellen- bezw. Schwingungsbewegungen, wie sie z. B. die Turbulenz beim Fließen zeitigt und im Gefolge hat, können als sogen. physikalische Wellenbewegungen angesehen werden, bei denen bloß eine entsprechende periodische Änderung gewisser Zustandsverhältnisse in rhythmischer, gleichsam schwingender Weise eintritt. Eine sogen. vollkommene Flüssigkeit ist bekanntlich reibungslos. Ihre Massenpunkte bilden demnach Kräftefunktionen oder Potentiale. Sie sind sonach wirbellos. Für die Gesetze der Hydrodynamik kann das Wasser zur Vereinfachung als eine vollkommene Flüssigkeit angesehen werden. Die Ergebnisse der theoretischen Erforschungen sind dann durch angemessene Beiwerte, den praktischen Verhältnissen der Zähflüssigkeit entsprechend, zu berichtigen, weil eben diese bezw. die Reibung nur gering ist. Bei Luft ist sie, wenn eine vergleichende Beziehung als ohne weiteres statthaft zugelassen werden darf, in runder Zahl um das 14fache geringer, für die glattesten festen Stoffe im vorgenannten Sinne etwa an 10 mal stärker. Je schneller, also auch je kräftiger, der Wasserstoß auf Wasser selbst einwirkt, um so weniger vermögen die unelastischen Wasserpartikel ihm ausweichende Folge zu leisten, und die theoretischen Stromlinien — materiell also die Stromfäden — neue freie oder zwangsläufige Bahnen ohne erhöhte Widerstände, also entsprechende zehrende Kraftaufwendungen, einzuschlagen. Die Aufrechterhaltung des dynamischen Gleichgewichts in der Bewegung bewirkt das Wasser durch sein Selbstregulierungsvermögen, die es befähigt, vermittels Aufstau oder Wellen- und Wirbel- bezw. Walzenbewegungen die erforderlichen Kräfte sich zu schaffen, oder sich überflüssiger Kräfte durch Überführung in Wärmeentwicklung zu entledigen. Die Form der Flüssigkeitsmasse wird durch das sie fassende Gefäß bestimmt. Im Anschluß an die naturgemäße Selbsterhaltung und das Vermögen der Selbstregulierung wird das Wasser auch imstande sein und das Bestreben besitzen, tunlichst sich sein Bett in Anpassung an einen der natürlichen Sachlage — aber nicht menschlichen Zweckbedürfnissen — entsprechenden dynamischen Gleichgewichtszustand werktätig selbst zu modeln.

Was nun die Größe der benötigten Fläche zur Aufnahme des Wasserstoßes von Wasserabfällen bei praktischen Bauausführungen anbetrifft, so ist u. a. von Köhn, Wegmann und Rehbock versucht worden, Berechnungen für die Breite von Sturzbecken für Wehre aufzustellen. So gibt, um einen Anhalt zu gewähren, zum Beispiel Rehbock folgende Ausdrücke, die in sinngemäßer Weise auch für andere ähnliche Überfälle wohl anwendbar erscheinen und zwar für Überfallwehre:

$$b = 1{,}5\ p' + 6\ h_0\ max,\ \text{bis}\ 2\ p' + 8\ h_0\ max;$$

für Grundwehre:

$$b = 4\ p' + 2\ g\ max,\ \text{bis}\ 8\ p' + 4\ Z\ max;$$

wobei p' die Wasserhöhe über der Unterwassersohle, $h_0\ max$ die größte Überfallhöhe und $Z\ max$ die größte Stauhöhe bedeuten.

Ein angesehenes Handbuch für Bauingenieure schreibt über Staumauern, daß die lebendige Kraft des abstürzenden Aufschlagwassers durch Wasserpolster vor dem Mauerfuße zu vernichten sei. Über die näheren Maßnahmen werden aber besondere Angaben vermißt. Es findet hier offenbar der Stoß eines Wasserstrahls bezw. eines innerlich ähnlich gestalteten, meist durch Überlauf abstürzenden Wasserkörpers, einer Wasserwand, auf eine aufnehmende, ruhende, mehr oder weniger tiefe und ausgedehnte Wasserfläche statt, deren Abmessungen somit von wesentlicher, in den Grenzfällen aber von entscheidendem Einfluß sind. Die abstürzende geschlossene, aber doch schon etwas gelockerte Wassermasse, welche beim Aufschlag auf eine dünne Auffangeschicht, namentlich bei darunter befindlichem unebenem Boden, zu hohen, unregelmäßigen Spritzern Veranlassung gibt, so daß sich bei geringer Wassertiefe nur eine wirre Wasserbewegung ausbilden kann, durchschlägt diese dünne Wasserschicht glatt unter seitlichen starken Erhebungen, da letzterenfalls zum Ausweichen der ruhenden Wassermasse weder genügend Zeit noch ausreichender Wasserraum verbleibt, eine einigermaßen regelmäßige Überführungs- und Umbildungsbewegung herbeizuführen. Der durch den Strahl getroffene ruhende Wasserkörper weicht nämlich nicht in elastischer Weise, sondern nur zum starren Massenausgleich, nach der freien Seite an der Oberfläche zustrebend, zurück. Der Entwicklung des fallenden Strahls nach der Tiefe des

Digitized by Google

Absturzbeckens zu entspricht eine Verkürzung der Umbildungsstrecke, während die Hinderungen im Abfluß die Neigung zu seiner Höhenerhebung befördern.

Zur Bestimmung der durch den Stoß eines Wasserstrahles auf ein Wasserpolster entstehenden Wirkungen, der dann erfolgenden verschiedenartigen Wasserbewegungen sowie der erforderlichen Tiefe der Wasserschicht selbst, erscheint es zweckmäßig und verhältnismäßig noch am einfachsten und übersichtlichsten zu sein, dem komplexen Problem durch eine Analyse nach dem Prinzip „Gesetzt die Aufgabe sei gelöst", beizukommen. Eine genaue, streng wissenschaftliche Berechnung wird sich nicht ermöglichen lassen. Die Empirie, gestützt auf methodische Untersuchungen und großzügige Versuche, wird die Grundlage der Erkenntnis abgeben müssen. Bei der Anwendung auf bestimmte Fälle wird sich dann die Lösung eingehender und auch übersichtlicher anbahnen lassen als durch die mechanische Anwendung auf Grund sachgemäß offenbar umfangreicher mathematischer Entwicklungen aufgestellter langer theoretischer Formeln, zumal der Gang der Analyse bald erkennen lassen wird, wo Änderungen und Berichtigungen erforderlich, welcher Art diese und wo noch Beiwerte gegeben sind. Der nähere Eintritt in die Analyse, die natürlicherweise je nach dem Zweck der Untersuchung mehr oder weniger eingehend ausgeführt werden kann, ergibt nun folgende Gesichtspunkte.

Damit ein Durchschlag eines Wasserpolsters von der Stärke t und der Länge b durch einen Wasserstrahl von der Fallhöhe h, der Zuflußgeschwindigkeitshöhe h_0 und der Stärke d nicht mehr erfolgen kann, wird in Erwägung, daß die dynamische Kraftwirkung, da durch den Eindruck des Strahles in das Polster die unmittelbar getroffene Stoßfläche derjenigen des Strahles gleich ist, somit dem statischen Druck $P = \gamma F h$ entspricht, für die Breiteneinheit annähernd mindestens die Beziehung als Faustregel bestehen müssen unter Beachtung der Spiegelerhebung des Sturzbetts von rund $a = \frac{Q}{b}$ und des Beiwertes k für den Zuschlag wegen des Stoßverlustes, der Wendung des Strahles sowie der Reibungs- und sonstigen turbulenten Widerstände, der anscheinend zu mindestens 1,10 der Kraftleistung anzunehmen sein dürfte, also: $(h + h_0) \sqrt[5]{d} = 2\,t\,k - ka - (k - 1)\,b$. Somit wird die Maximaltiefe des Wasserpolsters sich ergeben zu: $t = \frac{(h + h_0) \sqrt[5]{d} - ka - (k-1)\,b}{2\,k}$. Die Fallhöhe h wird bei der Berührung von Wandflächen, dort unter dem Strahl etwa angesammelten gepreßten Luftmassen, sowie wegen des Luftwiderstandes und etwaiger sonstiger Hinderungen entsprechend vermindert werden müssen. Zur Veranschaulichung sind in der Formel vereinfachende Freiheiten gestattet worden. Ob es geraten ist, den Durchschlag des Wasserpolsters ganz zu vermeiden, wird von der Beschaffenheit der Örtlichkeit und von der Kostenfrage abhängen. Ein selbst nur schwaches Wasserpolster hat schon den wesentlichen Vorteil der Verminderung des dynamischen Drucks. Hierbei wird b wohl nicht sehr viel größer wie $2(h+h_0')$ genommen werden dürfen. Bis zu dieser Grenze herab ist noch ein Schutz des Untergrundes gegen den vollen Angriff des Wasserstrahles geboten. Aus Sicherheitsgründen wird es, wie naheliegend, geraten sein, der Tiefe des Wasserpolsters t noch einen angemessenen Zuschlag zu geben, sofern dieser aus anderen, später noch zu erörternden Gründen nicht so wie so schon erforderlich wird. Bei einem schrägen Auffallen des Strahles ist der Boden noch gegen die zu letzterem parallele Kraftkomponente gegen Abschleifen zu sichern.

Die Abflußgeschwindigkeit im Wasserpolster bezw. Wasserbett wäre sonach $c = \frac{Q}{t}$. Hieraus kann auf die Abflußgeschwindigkeit an der Sohle c geschlossen werden, welche überschläglich, wenn nicht nähere Anhalte vorliegen, vorläufig, je nach dem vorliegenden Profil zu 0,25 bis 0,75, i. M. zu etwa rund

$$c_s = 0{,}50\; c_0 = \frac{0{,}50}{0{,}70}\; c = 0{,}72\; c$$

angenommen werden kann. Der erhaltene Wert darf das zulässige Maß für den zulässigen Angriff auf den vorhandenen Untergrund bezw. eine neu zu deckende oder zu befestigende Sohle nicht überschreiten. Diese Werte werden an einer anderen Stelle noch näher mitgeteilt werden. Sie betragen etwa rund ein Achtel der zulässigen Belastung der betreffenden Boden- bezw. Baustoffe. Bei nicht passender Geschwindigkeit wird das Abflußprofil bezw. die Tiefe des Wasserpolsters entsprechend zu ändern sein. Infolge des plötzlichen Wasserstoßes auf dem auffangenden Wasserspiegel tritt, wie schon bemerkt zur Ausgleichung unmittelbar an der Aufschlagstelle eine spritzartige Wassererhebung in Form einer Art steil ansteigenden Stauwelle ein, die sich wogend, aber dabei stark abfallend, weiter verbreitet. Das Gewicht dieser Erhebungsfläche über dem Wasserspiegel wird dem ausgeübten Gewichtsdruck des Strahls das Gleichgewicht halten müssen. Die Gestalt dieser wogenden, aber stark abfallenden Spiegelerhebung kann in einer annähernd parabolischen Gestaltung, also mit der Fläche $\frac{1}{3}\,b\,h$, angenommen werden, wobei die Wellenhöhen talwärts, der fließenden Reibung nach zu schließen, anscheinend im cubischen Verhältnis abnehmen. Wird die volle Wellenfläche zu rund ein Drittel der gemittelten gehobenen Wasserfläche angenommen, so wird sich die größte Wellenhöhe annähernd zu dem dreifachen Betrage der mittleren Höhe ergeben. Diese Wellenhöhe wäre somit $h = \frac{3\,\gamma\,Q\,v}{\gamma\,b\,t} = \frac{3\,Q\,v}{b\,t}$. Da die eingedrückte Wasserfläche nur dem Strahlquerschnitt entspricht, so kommt eine erhöhende dynamische Stoßwirkung hier nicht in Betracht. Selbstverständlich ist der so ermittelte Höhenwert nur als eine rohe Annäherung anzusehen. Aber er gibt immerhin doch einen ungefähren Begriff der zu erwartenden Erscheinung, um gegebenenfalls Maßnahmen dagegen ergreifen zu können. Diese Wellenbewegung ist aber infolge der starken Höhenabnahmen bald sichtlich erloschen, so daß im allgemeinen nur der erste hohe, gegebenenfalls noch ein, aber schon stark abfallender, zweiter Wellenberg beachtenswert hervortreten. Dahingegen folgt, durch die Erschütterungen veranlaßt, eine von der vorigen Erhebung ausgehende, aber getrennte, unabhängige Reihe niedriger, langgestreckter Translationswellen, die sich bekanntlich mit der Geschwindigkeit $\omega = \sqrt{gt}$ fortpflanzen, und die, wie schon erwähnt, in schwingende Wellen übergehen können. Die Stau- und Translationswellen zeigen im allgemeinen nur ausgesprochene Wellenberge, während die regelmäßig schwingenden Wellen auch entsprechende voll ausgebildete Täler besitzen. Aber auch hier liegt die Wassererhebung über dem ausgeglichenen Wasserspiegel.

Da die schwingende Wellenbewegung für das Fließen eine gewisse Bedeutung besitzt, so seien hier noch einige wichtige Angaben über diese eingeschaltet. Die Kräfte zur Aufrechterhaltung einer schwingenden Wellenbewegung sind nur gering, ebenso die Reibungswiderstände, so daß sie bei nur angenäherten Ermittelungen im allgemeinen vernachlässigt werden dürfen, oder eventl. nur einige wenige Prozente der aufgewendeten Kraft in Ansatz gebracht zu werden brauchen. Die üblichen Theorien der Wellenbewegung stimmen, soweit es sich um Wellen in Wasser von unendlicher Tiefe oder um sogen. Tiefseewellen handelt, bei denen die Wassertiefe größer wie die Wellenlänge ist, mit der Erfahrung leidlich gut überein. Von den Wellen in flachem, mehr noch von denen im seichten Wasser, kann dies weniger gesagt werden. Aber es können auch hierbei bei Aufmerksamkeit immerhin einigermaßen angenäherte Ergebnisse erlangt werden. Nach Scott-Russel

Digitized by Google

ist für eine Einzelwelle bei der Wassertiefe H und der Wellenhöhe h die Fortpflanzungsgeschwindigkeit $\omega = \sqrt{2\,g\,H_S}$, worin H_S die Höhe des gehobenen Spiegels über dem Schwerpunkt des durch die Hebung vergrößerten Wasserquerschnitts bedeutet. Bei einem rechteckigen Gerinne gibt das $\omega = \sqrt{g\,(H+h)}$, für einen parabolischen Querschnitt $\omega = \sqrt{0{,}8\,g\,(H+h)}$, ein Dreiecksprofil $\omega = \sqrt{0{,}67\,g\,(H+h)}$ und für ein Trapez mit der großen Seite a und der kleinen b, $\omega = \sqrt{\frac{2\,(a+2b)}{3\,(a+b)}\,(H+h)}$. Ein Brechen der Wellen erfolgt, wenn $h = H$ ist, bei einer Schnelligkeit von $c = \sqrt{2\,g\,h}$, die sich in Geschwindigkeit verwandelt. Die schwingenden Wellen werden nach den herrschenden Theorien als verkürzte Cykloiden (Trochoiden) angesehen, welche in unendlicher Tiefe in gerade Linien übergehen. Bei dem Halbmesser des kurvenerzeugenden Rollkreises r ergeben sich die Wellengänge und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit theoretisch zu $l = 2\,r\,\pi$: daher $c = \sqrt{gr}\,\sqrt{\frac{gl}{2\pi}}$. Für geringere Wassertiefen sind die Bewegungskurven der einzelnen Wasserteilchen Ellipsen, die sich nach der Tiefe zu abflachen, bis sie an der Sohle in eine Grade übergehen. Es herrscht dann das Verhältnis $c : \omega - \pi\,h : l$. Für Tiefenwellen ist rechnungsmäßig nachgewiesen $\omega = \sqrt{\frac{gl}{2\pi}} = 1{,}25\,\sqrt{l}$. Für geringe Tiefen ist $\omega = \sqrt{gH}$. Leider gibt es keine direkte Beziehung zwischen der Wellenlänge und der Wellenhöhe. Die Beobachtung hat bei Windwellen ergeben, daß das Verhältnis beider zueinander sich nach der Tiefe, Größe und Gestaltung der Wasserfläche sowie der Windstärke richtet. Es kann bei größten Wellenhöhen von 7 bis 12 m für Ozeane etwa zu 1:20 bis 30, für Binnenmeere bei Wellenhöhen von 4 bis 5 m zu 1:10 bis 12 angenommen werden. Im seichten Wasser kann es jedenfalls nicht unter 1:4 heruntergehen. Nicht unter dem Winddruck stehende Stauwellen haben offenbar eine wesentlich gestrecktere Form wie die entsprechenden Windwellen.

Handelt es sich nun, wie hier, darum, die durch den Wasserstoß veranlaßten Verhältnisse der Wellenbewegung des näheren festzustellen, so dürfte es sich empfehlen, zunächst an der Hand der Scott-Russl'schen Formel die Wellenlänge provisorisch zu ermitteln, und dann nach der von Boussinesq aufgestellten Gleichung

$$\omega = u + \sqrt{g\,H}\left(1 + \frac{3}{4}\,\frac{h}{H} + \frac{H^3}{6h}\,\frac{d^2h}{dx^2}\right)$$

die Wellenhöhe vorläufig zu berechnen. In dieser Gleichung stellt u die im Wasserrezipienten herrschende mittlere Abflußgeschwindigkeit dar. Da die Abnahmekurve der Wellenbewegung für die hier in Betracht kommenden Verhältnisse keinen Wendepunkt besitzen dürfte, so wird das letzte Glied in der Klammer zu Null angenommen werden können, also dann diese Formel lauten $\omega = u + \sqrt{g\,H}\left(1 + \frac{3}{4}\,\frac{h}{H}\right)$. Die gefundene Wellenhöhe h wird nun mit den vorliegenden Erfahrungsresultaten zu vergleichen und gegebenenfalls berichtigend abzustimmen sein, bis, falls nötig, durch wiederholte Versuchsrechnungen anscheinend annehmbare Werte für die Wellenlänge und deren Höhe erlangt sind. Zu dieser Berichtigung seien noch einige, unter Umständen verwendbare, Anhaltsergebnisse erwähnt. (Schluß folgt.)

Über Wesen und Notwendigkeit kulturbaulicher Bodenmeliorationen

Aus einer Semesterantrittsvorlesung (6. XI. 22) von Ministerialrat Weigmann.

Im obigen Artikel, den wir durch die Ungunst der Verhältnisse erst in Heft 1 und 2 von 1923, also leider ohnehin sehr verspätet bringen konnten, wurden durch ein Versehen unseres Betriebes größere Teile aus einem uns noch vorliegenden Konzept einer früher gebrachten Abhandlung des gleichen Verfassers mit abgedruckt, was wir mit Bedauern feststellen.

Es hätten nämlich die hier nicht einschlägigen Ausführungen vom ersten Absatz auf Seite 4 (Heft 1) bis zum Beginn des vorletzten Absatzes auf Seite 17 (Heft 2) hier zu entfallen gehabt.

Außerdem ist noch ein Druckfehler im vorletzten Absatz (Seite 17) zu berichtigen; es muß dort statt $^2/_3$ Millionen: 2 bis 3 Millionen Goldmark heißen. Der Verlag.

Rundschau

Personalnachrichten

Prof. Ing. Arthur Budau

unser treuer Mitarbeiter, verschied am 13. Februar 1923 in Konstanz a. B. Der Hingang dieses Mannes bedeutet für uns einen großen Verlust, denn wir verlieren in dem Verblichenen einen steten Förderer unserer „Wasserkraft", der durch seine wertvollen Beiträge sehr zur Bereicherung des Inhalts unserer Zeitschrift beigetragen hat.

Wasserkraftnutzung

Die ostpreußischen Wasserkraft-Anlagen. Das Ostpreußenwerk hat sich im vorigen Jahre entschlossen, zunächst eine große Doppelwasserkraftanlage bei Friedland und Gr.-Wohnsdorf an der Alle auszubauen. Sie soll jährlich im Durchschnitt 30 Millionen kWh erzeugen und wird dabei fürs erste den Hauptteil des Bedarfs der Provinz decken können.

Das Werk Friedland ist als Spitzenwerk gedacht, d. h. die Alle wird oberhalb des Hauptwerkes bei Friedland so weit aufgestaut, daß der Stausee einen Tagesspeicher bildet. Unterhalb des Hauptwerkes ist ein Ausgleichsbecken projektiert, in dem das zu den Hauptbelastungszeiten aus dem Hauptwerk abfließende Betriebswasser gesammelt wird und durch ein etwa 7 km unterhalb des Hauptwerkes liegendes Laufwerk bei Gr.-Wohnsdorf in gleicher Weise ausgenützt wird, wie das Wasser des Stausees im Hauptwerk.

Die Alle macht oberhalb des Hauptwerkes eine weite Schleife, die durch einen Durchstich durch den umflossenen Höhenrücken abgeschnitten werden soll.

Der zur Absperrung des alten Allebetts zu errichtende Staudamm erhält eine Länge von etwa 800 m, eine Sohlenbreite von etwa 80 m, im Flußbett bis zu 100 m, und eine Höhe von etwa 16 m über dem alten Allespiegel.

Auf der Wasserseite wird der Damm mit Beton- und Granitquadern gepflastert. Darunter befindet sich eine oben 1 m und unten 3 m starke Dichtungsschicht aus Mergel, die in der Hauptsache in der Baugrube des eigentlichen Kraftwerks gewonnen wird. Die Aufschüttung des Dammes erfolgt in Schichten von 30 cm, die mit Preßluft gestampft und mit Motorwalzen gewalzt werden.

Das Einzugsgebiet des so entstehenden Stausees beträgt

Beachten Sie bitte unsere Mitteilung auf dem inneren Titelblatt dieser Nummer.

Digitized by Google

5435 km², die durchschnittliche, jährliche Niederschlagsmenge 550 bis 600 mm. Der höchste Stau reicht etwa 30 km Alle aufwärts bis Schippenbeil. Die größte Breite des Stausees in der Nähe des Kraftwerks beträgt ca. 1 km; sein Gesamtinhalt etwa 20 Millionen m³.

Die Alle hat eine mittlere Wasserführung von 32 m³/sek., eine niedrigste von 10 m³/sek., ein mittleres Hochwasser von 180 m³/sek. und ein höchstes Hochwasser von 473 m³/sek.

Das Werk wird für eine Wassermenge von rund 120 m³/sek. ausgebaut. Diese Wassermenge ist durchschnittlich nur an etwa 8 Tagen im Jahre vorhanden; das Werk kann aber als Spitzenwerk diese Wassermenge vorübergehend jederzeit aus dem Stausee entnehmen.

Zur Hochwasserabführung dienen zwei Entlastungsanlagen. Die eine befindet sich auf dem rechten Ufer des alten Allebetts und besteht aus einem 14 m hohen, achteckigen Überfallturm von 10 m Durchmesser, in dessen Fuß sich der Grundablaß befindet. Von hier aus führt ein in Eisenbeton erbauter Stollen von 24 m² Querschnitt in 00-Form, in dem eine Höchstgeschwindigkeit von 7 m/sek. vorgesehen ist, durch den Damm. Es folgt ein sich auf 30 m verbreiterndes und 70 m langes, betoniertes Tosbecken, durch welches das Kolken des Wassers beim Austritt aus dem Stollen verhindert werden soll. Von hier gelangt das Wasser in das alte Allebett.

Die zweite Entlastungsanlage liegt unmittelbar neben dem Kraftwerk und besteht aus einer selbsttätigen Klappe und vier Schützen, durch die das Wasser über zwei Ebenen mit den Neigungen 1:5 und 1:1,75 von zusammen 25 m Länge und aus einer anschließenden, horizontalen Fläche von ebenfalls etwa 25 m Länge, die sämtlich betoniert sind, in das alte Allebett gelangt.

Neben der Entlastungsanlage befindet sich die Floßbahn, auf der die Flöße auf Wagen vom Stausee in das Unterwasser gebracht werden.

Das Krafthaus selbst liegt auf dem rechten Ufer des Durchstichs. Es werden 4 Francis-Turbinen mit wagerechter Welle eingebaut und zwar 3 mit je 36 m³/sek. Schluckfähigkeit, eine mit 19 m³/sek. Schluckfähigkeit. Das durch den Stau und die Abschneidung der Alleschleife erzielte Gefälle beträgt bei Mittelwasser 14,5 m und bei 120 m³/sek. Wasserverbrauch 12,5 m. Die Höchstleistung des Werkes ist 15 000 PS.

Jede Turbine ist mit einem Generator starr gekuppelt. Die Wellen beider Teile sind je für sich in zwei Lagern gelagert. Das äußere Lager der Turbinenwelle ist als Kammzapfenlager ausgebildet. Die Generatoren der großen Aggregate leisten je 4500 kVA bei cos = 0,7 und 250 Umdrehungen in der Minute. Der kleine Generator leistet 2200 kVA bei cos = 0,7 und 375 Umdrehungen in der Minute. Sämtliche Generatoren haben eine normale Spannung von 6300 V. Auf der Welle jedes Generators sitzt eine eigene Erregermaschine.

Auf der anderen Seite schließt sich an das Kraftwerk das Schalthaus, in dem die Transformatoren von 6000/60 000 V. und 6000/15 000 V. aufgestellt werden.

Die Umspannung auf 60 000 V. dient zur Speisung des Höchstspannungsnetzes, das die einzelnen Kraftwerke und Hauptspeisepunkte für das Mittelspannungsnetz miteinander verbinden soll. Die Umspannung auf 15 000 V. dient zur Speisung des zur Versorgung der Umgebung bestimmten Mittelspannungsnetzes.

Neben dem Werk wird eine kleine Siedelung für die Beamten und Arbeiter errichtet.

Am Ausgang des Stollens in das Tosbecken zwischen diesem und dem Allebett wurde ein vorläufiges Kraftwerk errichtet, und das Wasser hierzu durch ein über das Tosbecken gezogenes, mit Schützen versehenes Balkenwehr angestaut. In dem Kraftwerk befinden sich vier Turbinen von zusammen rund 1900 PS. Leistung, darunter zwei von den später für Gr.-Wohnsdorf vorgesehenen. Die letzteren beiden arbeiten gemeinsam über Zahnradgetriebe auf einen 1850 kVA-Drehstromgenerator. Von den beiden anderen Turbinen hat die eine 6,5 m³/sek. Schluckfähigkeit und eine Leistung von 290 PS. Sie treibt einen Drehstromgenerator von 170 kVA und 5250 V. und einen Gleichstromgenerator von 140 kW und 440 V. Die andere ist eine Turbine mit 4,5 m³/sek. Schluckfähigkeit und 200 PS. Leistung. Sie treibt einen Gleichstromgenerator von 120 kW und 440 V.

Die in diesem Kraftwerk erzeugte Leistung dient in erster Linie dem Antrieb der beim Bau benötigten Maschinen, darüber hinaus aber auch bereits zur Überlandversorgung.

Das Ausgleichswerk liegt etwa 0,5 km oberhalb des Ortes Gr.-Wohnsdorf. Das Flußbett wird gesperrt durch ein festes Wehr von rund 35 m Breite mit aufgesetzten, beweglichen Verschlüssen. Daneben ist eine Schiffahrtsschleuse vorgesehen von etwa 45 m nutzbarer Länge, 7,5 m nutzbarer Breite und 2,5 m Trempeltiefe. Der höchste Stau reicht bis in das Unterwasser des Kraftwerkes Friedland. Der Gesamtinhalt des Staubeckens, das auf dem linken Ufer durch das Gelände selbst gebildet wird, auf dem rechten Ufer aber durch einen Flügeldeich von 900 m Länge im Anschluß an die Schleuse ergänzt werden muß, beträgt 4,7 Mill. m³. Die überstaute Fläche beträgt 2,5 km², die größte Breite etwa 1200 m. Das Gefälle am Wehr beträgt bei Mittelwasser 5,3 m.

Das Werk ist auf 60 m³/sek., d. i. auf die 40 tätige Wassermenge ausgebaut. Die größte Leistung beträgt etwa 2600 PS.

Im Krafthaus, das sich auf dem linken Alleufer befindet, sind vier Francis-Turbinen mit senkrechter Welle von je 15,1 m³/sek. Schluckfähigkeit und 1040 PS. Leistung vorgesehen. Je zwei zusammen treiben über ein Zahnradgetriebe einen Drehstromgenerator von 1850 kVA bei cos = 0,7 und 6300 V. Spannung. Die zugehörige Erregermaschine wird von der Generatorwelle aus durch Riemen angetrieben. Die Drehzahl der Turbinen beträgt 75 in der Minute, die der Generatoren 375 in der Minute.

Die Gesamtleistung wird auf 15 000 V. umgespannt und mit dieser Spannung teils nach Friedland übertragen, teils zur Versorgung der Umgebung verwendet.

Die Fertigstellung des großen Doppelwerkes ist zum 1. Dezember 1923 vorgesehen. („Mitt. d. Ver. d. El.-W.")

Der Wasserkraftausbau Oesterreichs im Jahre 1922. Im Laufe des Jahres 1922 wurden zehn größere Wasserkraftanlagen (über 500 PS.) mit einem Ausbauwerte von zusammen 22 610 PS. beendet, an 29 der gleichen Kategorie mit zusammen 205 850 PS. wurde das ganze Jahr über gearbeitet und acht Anlagen mit zusammen 33 030 PS. wurden in Angriff genommen. Somit standen insgesamt 47 größere Wasserkraftanlagen mit 261 490 PS. künftiger Höchstleistung in Bauausführung, welche sich auf die einzelnen Länder in nachstehender Weise verteilen:

Niederösterreich 11 Anlagen mit 24 410 PS. Ausbaugröße,
Oberösterreich 6 Anlagen mit 54 610 PS. Ausbaugröße,
Salzburg 6 Anlagen mit 69 850 PS. Ausbaugröße,
Steiermark 6 Anlagen mit 25 620 PS. Ausbaugröße,
Kärnten 15 Anlagen mit 46 300 PS. Ausbaugröße,
Tirol 1 Anlage mit 8000 PS. Ausbaugröße
Vorarlberg 2 Anlagen mit 32 700 PS. Ausbaugröße.

Hiezu sind noch in Niederösterreich 146, Oberösterreich 77, Salzburg 86, Steiermark 234, Kärnten 267, Tirol 76, Vorarlberg 7 und für das Burgenland 2, also zusammen 895 kleinere Wasserkraftanlagen mit einer geringeren Ausbaugröße als je 500 PS. zuzuzählen. Nach Inbetriebsetzung sämtlicher Werke kann mit einer Brennstoffersparnis von ungefähr 50 000 Waggons jährlich gerechnet werden.

Elektrizitätswerke in Chile. Die durch Zusammenschluß entstandene Compannia Chilena de Electricidad in Santiago hat für Mittel-Chile, um Santiago und Valparaiso, die Vormachtstellung in der Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie über ein ausgedehntes, zum Teil im Bau befindliches Netz von Hochspannungsleitungen. Am Colorado, 50 Kilometer von Santiago, ist ein neues Wasserkraftwerk von 34 000 PS. in Betrieb genommen worden, das zusammen mit einem zweiten Wasserkraftwerke von 20 000 PS. in La Florida bei Santiago und den in

Digitized by Google

der Stadt selbst gelegenen Dampfkraftwerken von 25 000 PS. der Versorgung dieser dient. Infolge der wachsenden Zahl industrieller Unternehmungen vermögen jedoch diese insgesamt 80 000 PS. den Bedarf nicht zu decken, so daß neue, große Werke in Bau genommen sind, die zugleich auch Bahnstrom für die geplante Elektrisierung der chilenischen Staatsbahnen liefern sollen. Von industriellen Kraftwerken ist das bedeutendste das der Chile Exploration Co. in Tocopilla und Chuquicamata, mit einer 100 000-Volt-Hochspannungsfernleitung über Gelände mit Hochgebirgscharakter, das mit Zoelly-Dampfturbinen 100 000 PS. erzeugt. Der elektrische Teil der Anlage stammt von den Siemens-Schuckert-Werken in Siemensstadt. Ein Wasserkraftwerk von 35 000 PS. besitzt die Braden-Copper-Cie. („El. World".)

Die Wasserkräfte der britischen Kolonien. An zweiter Stelle — nach Kanada — steht Neuseeland, dessen ausnützbare Wasserkräfte auf 3,82 Millionen PS. geschätzt werden, etwa 1 Prozent sind davon bisher verwertet worden. Wie in Kanada, hat sich auch hier die Regierung die Rechte zur Ausnutzung der Wasserkräfte vorbehalten. Nach einer im letzten Jahr aufgestellten Berechnung würde die Ausführung einer Verteilungsanlage über den Norden der Insel Anlagekosten von über 10 Millionen Pfund Sterling bedingen, und die Versorgung der südlichen Insel würde mindestens ebenso viele Kosten verursachen. Bei der Beurteilung dieser Zahl ist zu berücksichtigen, daß Neuseeland gegenwärtig 2,5 Millionen Tonnen Kohle im Jahr verbraucht, die einen Einfuhrwert von über 6 Millionen Pfund Sterling haben. 20 bis 25 Prozent dieses Verbrauchs entfallen auf Eisenbahnen und Küstenschiffahrt, ungefähr weitere 20 bis 25 Prozent auf Hausfeuerung, Gaswerke und Heizung, die wirtschaftlicher durch Kohlenfeuerung als durch elektrische Kraft besorgt werden kann. Es verbleibt etwa die Hälfte des Kohlenverbrauchs im Wert von 5 Millionen Pfund Sterling, die direkt durch Wasserkraft ersetzt werden könnte. Für die Ausdehnung der industriellen Entwicklung Neuseelands mit Hilfe seiner Wasserkräfte besteht demnach noch ein weiter Spielraum. Wesentliche Wasserkräfte stehen ferner in Tasmanien und in Neufundland zur Verfügung. Weniger günstig sind die Verhältnisse in Südafrika, wenn auch die Ausnutzung der Wasserkraft des Waal, des Oranie und des Mooistroms sowie der Victoriafälle in Zukunft an Bedeutung gewinnen mag. („Wasserw.")

Verschiedenes

Ausländische Vertreter der Kölner Messe. Wie die übrigen deutschen Großmessen wird auch die Kölner Messe im Ausland, vor allem in den Ländern, deren Kaufmannschaft an der Kölner Messe besonders interessiert ist, ehrenamtliche Vertretungen einrichten. Die Aufgabe der ehrenamtlichen Vertreter besteht in erster Linie darin, die Verbindung zwischen den ausländischen Kaufleuten und der Kölner Messe bzw. der hier ausstellenden Industrie herzustellen und aufrecht zu erhalten. Inzwischen sind die beiden ersten Auslandsvertretungen der Kölner Messe eingerichtet worden, und zwar hat für England Herr Kommerzienrat William Dederich in London E. C. (1—18 Imperial Buildings, Ludgate Circus) und für die Schweiz Herr Ernst Wimmers in Zürich (Tiefenhöhe 12) die ehrenamtliche Vertretung der Kölner Messe übernommen.

Das Handwerk auf der Kölner Messe. Um die Kölner Messe auch dem Handwerk als Absatzmarkt zugänglich zu machen, soll den handwerklichen Genossenschaften die Beteiligung an der Messe ermöglicht werden. Man hat diese Form der Messebeteiligung gewählt, weil der einzelne Handwerksbetrieb in den meisten Fällen nicht in der Lage sein dürfte, das Risiko und die Kosten für eine eigene Musterausstellung auf der Messe zu übernehmen. Das Messeamt Köln arbeitet bei der Organisierung der Handwerksausstellung mit der Wirtschaftsstelle der Kölner Handwerkskammer zusammen.

Über die Unfallverhütung. Unter der großen Masse der Arbeitenden sind viele täglich und stündlich großen Gefahren ausgesetzt. Besonders die am Bau beschäftigten haben bei ihrer gefahrvollen Arbeit eine Sicherung ihres Lebens doppelt notwendig.

Oft ist Versagen einer Maschine, Erdrutsch oder auch ein unglücklicher Zufall die Ursache eines Unglücks. Um in diesen Fällen für sofortige Hilfe sorgen zu können, bzw. den Beteiligten eine Rettung zu ermöglichen, bestehen die von der Tiefbau-Berufsgenossenschaft ausgearbeiteten Unfallverhütungsvorschriften. Die vorgenannte Genossenschaft hat sich in dankenswerter Weise die Aufgabe gestellt, in Bild und Wort aufklärend zu wirken. Sie gibt zu diesem Zwecke eine Reihe von Bildern heraus, die den Unfall selbst, die Ursache und die Verhütungsmöglichkeit dem Einzelnen deutlich vor Augen führen. Durch Herausforderung der Kritik wird bei den Arbeitern erst das tätige Interesse an der Unfallverhütung geweckt werden. Die Bilder sollen an den einzelnen Baustellen zum Aushang kommen und werden sicher ihren Zweck, die Belehrung und Warnung der Arbeiter, nicht verfehlen. Der Tiefbau-Berufsgenossenschaft selbst aber gebührt für ihre vorbildliche Tätigkeit der wärmste Dank und die wärmste Anerkennung. B.

Eine ganzautomatische, hydroelektrische Kraftstation zu 625 kVA. Eine ganzautomatische, hydroelektrische Kraftstation zu 625 kVA wurde 1921 bei der Holyoke Water Power Co. in Gang gesetzt. Die Station hat ein vertikales Aggregat für 6 m Gefälle mit einem Leffel-Schnellaufrad, Woodward Öldruckregler und einem General Electric-Dreiphasengenerator, 60 Perioden, 6,6 kV, 150 Umdrehungen in der Minute. Das Aggregat nützt Überlauf- und Verlustwasser von einer älteren Kraftanlage für Fabrikbetrieb aus und liefert Strom unmittelbar an die 6,6 kV-Sammelschienen der Hauptstation durch eine Übertragungsleitung ohne Abzweigungen.

Das Automataggregat wird in Gang gesetzt, synchronisiert und eingeschaltet, sobald diese Übertragungsleitung von der Station aus unter Spannung gesetzt wird. Es ermöglicht dies eine besonders einfache Einrichtung für die Energielieferung, indem der Maschinist in der Hauptstation den Streckenölschalter zur Automatstation nur einlegt oder öffnet, sobald die Belastungs- und Wasserverhältnisse eine Ein- oder Ausschaltung des Automataggregats ratsam machen.

Das Steuerventil des automatischen Öldruckreglers der Turbinen besitzt ein Solenoid, das dessen Bewegung regelt; wird Strom eingeschaltet, so öffnet das Ventil für den Öldruck den Servomotor und der Leitapparat der Turbine wird geöffnet, indem der Ölkatarakt und die Rückleitung, wie üblich, die Regelungsgeschwindigkeit beim Anlaufen verzögert.

Wird der Strom vom Solenoid abgeschaltet, so wird der Zulauf der Turbinen und die Ölleitung geschlossen und Druckölverlust vermieden. Ein Ring am Kolben des Servomotors fällt in eine Rille und hält die Leitschaufeln gegenüber einem Wasserdruck, der sie öffnen will, geschlossen, während der Öldruck wieder auf den Kolben wirkt. Der Regler hat eine stellbare Feststelleinrichtung, die die Öffnung des Leitapparates begrenzt, um eine ein wenig größere Geschwindigkeit zu geben als die ist, die der Periodenzahl des Systems entspricht. Der Generator gibt da konstante Belastung und der Regler wirkt nur als Geschwindigkeitsbegrenzer und zur leichten Schließung und Öffnung des Leitapparates.

Außer den genannten Anordnungen ist eine selbsttätige elektrische Einrichtung vorhanden für Parallelschaltung, Regulierung der Magnetisierung, zur Erhaltung des Aggregats in gleichmäßigem Gang, wenn die Lager warm zu laufen drohen (in welchem Falle vor der Wiederingangsetzung eine Besichtigung stattzufinden hat), weiter wenn die Temperatur des Generators eine gewisse Grenze übersteigt, wenn die Spannung des Magnetisierungsstromes bestimmte Grenzen überschreitet oder unter ihnen bleibt, oder wenn der Strom ausbleibt, wenn die Spannung der Übertragungsleitung eine Grenze überschreitet, wenn der Öldruck des Reglers sinkt.

Digitized by Google

wenn die Turbine schlägt, wenn in der Übertragungsstrecke zwischen beiden Stationen Kurzschluß vorkommt usw.

Es besteht auch eine Einrichtung, die das Laufen des Aggregats mit einer kleineren, bestimmten Belastung, wenn genügend Wasser da ist, ermöglicht, versehen mit einem Schutz gegen Überbelastung. Diese Einrichtung ist so, daß sie einen Maschinisten, der die Transmissionsleitung prüft, ersetzt.

Die Station befindet sich seit Mai 1921 in Gang und leistete ausgezeichnete Dienste; sie hat nur wenig Nachschau und Nachstellen erfordert.

(Nach C. M. Gill in „Electrical World", 17. Dezember 1921, woselbst Schaltungsplan und Lichtbild des Aggregats zu finden.) Dr. S.

Bahnelektrisierung

Elektrisierung der französischen Eisenbahnen. Kürzlich hat der französische Minister für öffentliche Arbeiten Le Trocquer persönlich die Strecke Pau-Lourdes für elektrischen Betrieb eröffnet. Die bezeichnete Bahnstrecke ist ein Teil der großen Strecke von Dax, nahe der Biscayabucht, nach Toulouse an der Garonne, die längs den Nordhängen der Pyrenäen verläuft und insbesondere den Badeort Pau und den bekannten Wallfahrtsort Lourdes bedient. Die ganze Linie Dax-Toulouse hat eine Länge von 350 km und wird im ganzen im Sommer 1923 elektrisiert sein. Bei Tarbes befinden sich Kraftwerk, elektrische Zentrale und Lokomotivwerkstätten erbaut. Obgleich die letzteren noch nicht vollständig ausgebaut sind, können doch jetzt schon 10 elektrische Lokomotiven im Monat geliefert werden. Bei den Eröffnungsfeierlichkeiten hob Le Trocquer hervor, wie dies schon vor langer Zeit aufgestellte Elektrisierungsprogramm der französischen Eisenbahnen nunmehr durchgeführt wird. Die Südbahn, deren Netz zwischen der Garonne und den Pyrenäen liegt, hat in Bälde von ihrer ganzen Bahnlänge von 4060 km 3000 km für elektrischen Betrieb eingerichtet. Die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn und die Orleansbahn mit 9700 und 7700 km Gesamtbahnlänge elektrisieren ungefähr die gleiche Länge unter Ausnützung der Wasserkraft in den Alpen und in dem mittelfranzösischen Bergland. Binnen kurzem werden nahezu 10 000 km oder ungefähr ein Fünftel der Eisenbahnen Frankreichs elektrisiert sein und es werden dadurch jährlich 1½ bis 2 Millionen Tonnen Kohle erspart werden.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserversorgung. Projekt einer Wasserversorgungsanlage für die Charitas-Gesellschaft in Montabaur. Von Dipl.-Ing. Endris, Hamburg. „Der städtische Tiefbau", 1922, Nr. 15, S. 101—106, 6 Abb. (Quellfassung, Sammelbrunnen, Tiefbehälter, Pumpwerk für 100 cbm pro Tag.)

Buchbesprechungen

„Handbuch der Reichs-, Privat- und Kleinbahnen" verbunden mit einem Verzeichnis der Eisenbahnen-Neu-, Um- und Ergänzungsbauten. 490 Seiten stark. Preis M. 2400.—. Verlag technischer Zeitschriften, H. Apitz, Berlin W. 57, Mansteinstr. 12.

Digitized by Google

Das Handbuch enthält eine Übersicht der Verwaltungsbehörden der Deutschen Reichsbahn und ihrer Geschäftsbezirke, eine Übersicht der deutschen Privateisenbahnen und nebenähnlichen Kleinbahnen und ihrer Verwaltungsstellen, sowie ein Verzeichnis der außerdeutschen Staats- und Privateisenbahnen.

Neben den behördlichen Angaben und der Abgrenzung der Verwaltungsbezirke der Eisenbahn enthält das „Handbuch der Reichs-, Privat- und Kleinbahnen" die Namen der Dienststellen-Vorstände unter Angabe ihres Amtscharakters, sowie ein ausführliches Verzeichnis der Eisenbahn-Neu-, Um- und Ergänzungsbauten. Das Handbuch soll dazu dienen, der Geschäftswelt den Verkehr mit den Eisenbahnen zu erleichtern, sei es beim Schriftwechsel aus Beförderungsverträgen oder bei Übernahme von Lieferungen und Leistungen.

Wir empfehlen das nach zuverlässigen Angaben der Reichsbahnverwaltung zusammengestellte „Handbuch" der Aufmerksamkeit unserer Leser.

Wechselstromerzeuger. Von Dipl.-Ing. Franz Sallinger, Professor an der Höheren Württ. Maschinen-Bauschule, Eßlingen. Mit 77 Figuren. Sammlung Göschen Nr. 547. Walter de Gruyter & Co., Berlin W. 10 und Leipzig. 1922. Preis: Grundzahl 1 und Teuerungszuschlag.

Das Bändchen soll einerseits dem Studierenden zur Einführung in das Wesen der Wechselstromerzeuger dienen, andererseits dem praktisch tätigen Ingenieur, der, ohne Elektrotechniker zu sein, mit dem Bau und Betrieb von Wechselstromerzeugern zu tun hat, deren wesentlichste Eigenschaften verständlich machen. Es ist daher besonderer Wert darauf gelegt worden, alle diesbezüglichen Erscheinungen in einfacher Weise zu erklären und die meist benützten Formeln und Diagramme abzuleiten.

Zunächst werden schematisch die Wicklungen besprochen und daran anschließend die Bildung und Berechnung der elektromotorischen Kraft und der Ankerfelder. Nach Aufstellung des Vektordiagramms werden die experimentelle Prüfung und die Arbeitsweise behandelt, wobei besonders auf den dem Anfänger meist größere Schwierigkeiten bietenden Parallelbetrieb eingegangen wird. Den Schluß bilden Angaben über Entwurf, Berechnung und Konstruktion von Wechselstromerzeugern mit dem Beispiel einer ausgeführten Maschine, an dem die Anwendung der Formeln und Diagramme gezeigt wird.

Dr. Wörner, Bayerische Pachtschutzordnung. Herr Bezirksoberamtmann im Staatsministerium für Landwirtschaft Dr. Wörner, München, hat im „Bayerischen Kommunalschriftenverlag" einen Kommentar zur Bayerischen Pachtschutzordnung vom 2. Dezember 1920 in der Fassung vom 3. August 1922 herausgegeben. Der Kommentar ist bereits in der zweiten Auflage erschienen. Wie alle Schriften Dr. Wörners, so zeichnet sich dieser Kommentar durch Klarheit ganz besonders aus. Für jeden Amtsrichter, der mit Pachtschutzfragen zu tun hat, ja für jeden Bürgermeister, der sich mit diesen Fragen innerhalb seiner Gemeinde befassen muß, bildet dieser einfache und klare, überaus verständliche und gutgeschriebene Kommentar einen wertvollen Wegweiser.

Nach allgemeinen einleitenden Bemerkungen über die Entstehung der Pachtschutzordnung überhaupt bringt Wörner die Reichspachtschutzordnung vom 9. Juni 1920 in der Fassung des Gesetzes vom 29. Juni 1922 im Wortlaut und fügt zahlreiche Erläuterungen bei jedem Paragraphen bei. Hierauf folgt der Text des Gesetzes vom 29. Juni 1922 zur Verlängerung der Pachtschutzordnung, sodann die Bayerische Pachtschutzordnung vom Dezember 1920 mit Änderungen vom 3. August 1922. Hierbei sind besonders die §§ 1, 2, 3, 4 und 5 mit ganz eingehenden Bemerkungen versehen. Gerade die Fragen der Geldentwertung und deren Folgen sind eingehend dargelegt und mit zahlreichen juristischen Belegen versehen. Der Kommentar kann nur auf das wärmste empfohlen werden.

Dr. Zahnbrecher.

Digitized by Google

Berichtigung.

Berichtigung zum Art. „Wasserhaushalt von Gruppenspeichern in den Alpen" von Dr. ing. Ornig, Graz. Jahrgang 17, Heft 19, Seite 365.

In Tafel 3: $JA = 10^7 \cdot E \cdot j_d = 10^8 \cdot E' \cdot j_{am}$

$$i = \frac{J}{10^8 \cdot E},$$

$$w = \frac{10^7 \cdot 0{,}80 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}736}{75} \cdot q = 7{,}2\ q$$

In Tafel 4: Tag: 86,400 Sekunden,
Summe: 5,110 Stunden.

Fußnote 6: $q_w = \frac{10^8\ (w\ a + i)}{13{,}100{,}000}$

und $q_s = \frac{10^7\ (s\ a - i)}{18{,}400{,}000}$

Seite 368 rechts, 6 Zeilen von unten: Der Arbeitswert 1 m³ Wassers $= \frac{10^8 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}736}{75 \cdot 3600} = 0{,}002$ kWh.

Nr. 2 der Wasserkraft

wird zu **kaufen gesucht.**
Angebote an den Verlag „Die Wasserkraft", Herrnstr. 10.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Nummer liegt ein Bücherprospekt des Verlages R. OLDENBOURG, München, bei und zwar über Literatur auf wasserwirtschaftlichem Gebiet, den wir unseren Lesern zur Durchsicht empfehlen.

240

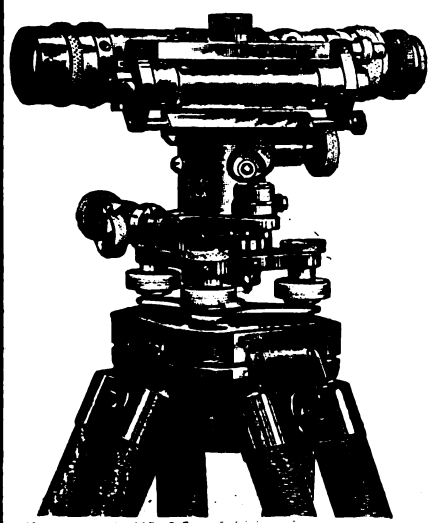
Dr. ing. h. c. Viktor Graf

Ingenieurbüro für Wasserkraftanlagen

Fernsprecher 62026 **MÜNCHEN** **Stadtlohnerstrasse 8**

in Arbeitsgemeinschaft mit Dr. ing. Adolf Ludin, Ingenieurbüro für Wasserkraft, Wasserwirtschaft und Elektrizitätsversorgung G. m. b. H., Karlsruhe i. B., Hardtstrasse 86.

253



ZEISS

Nivellier-Instrumente

für Vermessungen, Bauarbeiten, Absteckungen usw.

Sehr leistungsfähige und trotzdem leichte Instrumente

145

Nivellierlatten und Winkelprismen.

Druckschrift „Geo 63" kostenfrei

CARL ZEISS JENA

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 6 | **München, 15. März 1923** | **18. Jahrgang**

In eigener Sache! **Aus zuverlässiger Quelle wird uns mitgeteilt, dass ein Berliner Verlag unter Vorspiegelung falscher Tatsachen bei Inserenten die Behauptung aufgestellt hat, dass unsere Zeitschrift „Die Wasserkraft" mit seinem, etwas ähnlichen Blatt, vereinigt wird. Um dieser vollkommen unwahren Behauptung, die scheinbar nur zum Inseratenfang dienen soll, den Boden zu entziehen, erklären wir hiermit, dass wir nicht daran denken, unsere Zeitschrift mit einem anderen Blatt zu verschmelzen.** **Verlag „Die Wasserkraft".**

Die Spannungsverhältnisse in Druckstollen

Von Zivilingenieur Dr. Erich von Posch, Innsbruck.

I. Einleitung.

Die Frage nach der zulässigen Höchstbeanspruchung von Druckstollen steht derzeit im Vordergrund des wissenschaftlichen Interesses. Auf der berechtigten Suche nach den Ursachen verschiedener diesbezüglicher Katastrophen wurden über Anregung der Wasserkraftabteilung des Elektrisierungsamtes der österreichischen Bundesbahnen Studien über die theoretische Seite dieses Problemes angestellt, als deren Ergebnis die in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines v. J. 1921, Hefte 15, 24/25, 26/27 erschienene Abhandlung „Die Berechnung kreisförmiger Druckschachtprofile unter Zugrundelegung eines elastisch nachgiebigen Gebirges, von Ingenieur Dr. Ludwig Mühlhofer in Innsbruck" angesehen werden muß*). Diese Theorie ist sozusagen unter der suggestiven Wirkung des Suchens nach Zugrissen im Gebirge entstanden. Sie basiert auf der unrichtigen Anwendung eines Gesetzes aus der Festigkeitslehre und hat daher Resultate gezeitigt, welche geeignet sind, der Entwicklung der Druckstollen als bedeutsames Mittel zur restlosen Ausnützung von Kraftstufen ein gefährliches Hindernis zu werden. In vorliegender Abhandlung werden die bereits in weitere Kreise der Praktiker eingedrungenen Anschauungen oben zitierter Abhandlung, welche sich in immer mehr zunehmenden „Bedenken gegen die Druckstollen" ausdrücken, einer kritischen Beleuchtung unterzogen, und an deren Stelle neue Grundlagen für die Beurteilung von Druckstollen und Druckschächten angegeben, zu welchem Zweck in Folgendem zunächst eine gedrängte Darstellung des Rechnungsganges nach Dr. Mühlhofer gebracht wird.

Rechnungsgang nach Dr. Mühlhofer.

Nach Aufzählung einer Reihe von Druckschächten, welche unter der Annahme eines völlig unnachgiebigen Gebirges ausgeführt worden sind, werden die Schäden an solchen Bauwerken erörtert und als deren Ursache „das Reißen der Auskleidung infolge der elastischen Nachgiebigkeit des Gebirges" erkannt. Die Problemstellung lautet: Welche Spannungen entstehen in drei Röhren von verschiedenem elastischen Verhalten (Eisen, Beton, Gebirge), wenn die innerste Röhre (Eisen) durch einen gleichmäßig und radial nach außen wirkenden Innendruck belastet wird und die Röhren an ihren Begrenzungslinien vollkommen satt aneinander anliegen. Zur Lösung dieser Aufgabe wird folgender Weg eingeschlagen:

1. Der äußere Durchmesser des äußeren Rohres (Gebirge) wird gleich unendlich gesetzt, da schon bei einer Wandstärke von 50 Meter der Spannungsverlauf derselbe sei, wie bei einem ebenso belasteten Rohr mit unendlich dicker Wand.
2. Die Zugspannungen im Betonrohr werden von vorneherein ausgeschaltet, das heißt, dasselbe ist in allen radialen Richtungen als gerissen anzusehen.
3. Die Zugspannungen eines daran grenzenden Felsrohres gewisser Wandstärke werden ebenfalls ausgeschaltet. (Vorschlag Prof. Dr. Fillunger.)
4. Die Berechnung dieses so belasteten Rohrsystems, welches infolge obiger Annahmen eigentlich auf zwei Rohre zusammenschmilzt, zwischen welchen die Kraftübertragung vom innersten Rohr (Eisen) auf das äußerste (Fels) gleichsam durch radial gestellte Stäbchen aus Beton und Fels erfolgt, geschieht mittels der Theorie für dickwandige Rohre, welche in gleicher Weise sowohl für das maximal einige Zentimeter dicke Eisenrohr, als auch für das unendliche Meter dicke Felsrohr angewendet wird; sie liefert für das Eisenrohr die Vergrößerung des ursprünglichen äußeren, für das nicht gerissene Felsrohr die Vergrößerung des ursprünglichen inneren Radius.
5. Sodann werden die elastischen Verkürzungen der oben genannten sektorenförmigen Stäbchen nach dem Hookschen Gesetz berechnet.
6. Es folgt die Aufstellung der Bedingungsgleichung, welche sich aus dem Sattaneinanderliegen der vier Ringe (Eisen, Beton, gerissener Fels, nicht gerissener Fels) ergibt, worauf sich die in jeder Rohrtrennungsfläche auftretenden radialen Drücke als Funktion des primären Innendruckes im Eisenrohr angeben lassen.
7. Die Radialspannung in den beiden mittleren Materien (Stäbchen) wird dann für jeden Punkt aus dem Proportionalitätsprinzip der Radialspannungsver-

*) Siehe auch die theoretische Abhandlung von J. Büchi im Jahrgang 1921 der Schweizerischen Bauzeitung über dasselbe Problem.

Digitized by Google

teilung in konzentrischen Kreisen berechnet, die Tangentialspannungen sind gleich Null.

8. Die Radial- und Tangentialspannungen des innersten Rohres (Eisen) und des äußersten Rohres (nicht gerissener Fels) ergeben sich wieder aus den Beziehungen für dickwandige Röhren durch Einsetzen der zugehörigen Radialdrücke.

9. Es werden nunmehr noch die reduzierten Spannungen ausgerechnet, welche die Hauptanstrengung des Materials darstellen, und zwar für das Eisenrohr und das unendlich dicke Felsrohr unter Anwendung derselben Beziehungen; für beide ergeben sich stets Zugspannungen!

Hiemit wird das Problem als gelöst bezeichnet. Durch Auflösung der Beziehungen für die Hauptspannungen im Eisenrohr nach dem Verhältnis der Radien von Innen- und Außenwand, wird eine Gleichung für die Rohrwandstärke (= Differenz der Radien) als Funktion der Hauptspannung abgeleitet, aus welcher bei Weglassung der Ummantelungsannahmen durch die anderen Rohre (Beton, gerissener und nicht gerissener Fels) die bekannte Winkler'sche Gleichung für freiliegende, dickwandige Rohre hervorgeht.

Aus den gewonnenen Resultaten werden dann noch Formeln für folgende Fälle abgeleitet: a) Bestimmung der erforderlichen Wandstärke des Eisenrohres auf Grund der Bedingungen, daß die Eisenzugspannung und die Zugspannungen an der Innenfläche des Felsrohres bestimmte Beträge nicht übersteigen dürfen. Zu diesem Zweck wird sogar die Dicke der Zone des durch den Wasserdruck gerissenen Felsrohres berechnet! b) Bestimmung der auftretenden Spannungen im Eisenrohr.

Folgende Beispiele, in welchen die verschiedensten Aufgaben gestellt werden, beschließen die Arbeit, wobei die Ausrechnung der auftretenden Spannungen bis auf 0,01 kg/cm² erfolgte.

1. Beispiel. Druckschacht mit 2,40 m Lichtweite, 5 mm Eisenauskleidung, 80 cm Betonauskleidung, die zulässige Felszugspannung sei 6 kg/cm² (Kalkstein). Druckhöhe 300 m, also 30 kg/cm² Innendruck. Die Berechnung ergibt: Tiefenzone des gerissenen Felsens 405,6 cm, größte Zuganstrengung des Eisens 597,05 kg/cm², größte Druckbeanspruchung des gerissenen Betons 27,44 kg/cm², des gerissenen Felsens 16,49 kg/cm², größte tangentiale Zugbeanspruchung des nicht gerissenen Felsens in 4,05 m Abstand vom Eisenrohr 6 kg/cm² gemäß der Annahme.

2. Beispiel. Derselbe Druckschacht, aber 450 m Druckhöhe; die nötige Wandstärke des Eisenrohres bei 800 kg zulässiger Spannung wird mit 16,4 mm errechnet, wobei die Tiefenzone des gerissenen Felsens mit 553,66 cm resultiert.

3. Beispiel. Es wird der Verlauf der in Beispiel 2 auftretenden Spannungen ausgerechnet und graphisch dargestellt.

4. Beispiel. Kostenvergleich der für einen Druckschacht zur Anwendung gelangenden Eisenmenge mit jener bei freiliegenden Druckrohren derselben Leistung.

5. Beispiel. Untersuchung des Einflusses, den die Stärke der Betonauskleidung einerseits und das elastische Verhalten des Gebirges andererseits auf das Ausmaß der größten, bei einem ungepanzerten Druckschacht auftretenden Betonzugspannungen ausüben. Hieraus werden Normen für die größten zulässigen Wasserdrücke in ungepanzerten Stollen abgeleitet, welche besagen, daß in weichem Gestein die größte zulässige Wasserdruckhöhe im Stollen 22 m, in festem Gestein 27 m, in festestem Gestein 48 m beträgt.

6. Beispiel. Es wird die Vergrößerung der Betonbeanspruchung bei Verminderung der Felszugfestigkeit gezeigt.

II. Kritische Beleuchtung der zitierten Berechnungsmethode.

Die gewonnenen Resultate sind nicht nur hinsichtlich ihrer Voraussetzungen, sondern auch hinsichtlich ihrer Berechnung unrichtig.

Die grundlegende Voraussetzung der Theorie des dickwandigen Rohres (nach Föppl) ist die vollständig freie Beweglichkeit des Rohrmantels nicht nur in radialer Richtung, sondern auch in der Rohrachse. Denn erstere wurde im Lauf der Konstantenbestimmung der Differentialgleichung nicht außer Rechnung gesetzt, letztere wurde speziell angeführt.

Beide grundlegenden Voraussetzungen treffen aber bei Stollen nicht im geringsten Maße zu; der das Stollenprofil umgebende Fels kann unter gar keinen Umständen als dickwandiges Rohr in Rechnung gestellt werden; abgesehen davon, daß in keinem praktischen Fall, ganz besonders aber nicht bei Hangstollen oder Hangdruckschächten, die Wandstärke auch nur annähernd eine konstante ist, wurde einerseits die freie Beweglichkeit in radialer Richtung durch Unendlichsetzung des äußeren Radius außer Rechnung gestellt, während die Beziehungen für die inneren Spannungen beibehalten wurden; andererseits wurde die freie Beweglichkeit in achsialer Richtung überhaupt nicht beachtet, obwohl deren Einfluß auf die Größe der auftretenden Tangentialspannungen durchaus kein unbedeutender ist.

Der das Stollenprofil umgebende Fels kann demgemäß nur als eine im Verhältnis zum Stollenprofil nach allen Seiten unendlich ausgedehnte homogene, elastische Masse in Rechnung gestellt werden. Die Anwendung der Theorie des dickwandigen Rohres auf diese Masse gleicht etwa der Anwendung der Biegungsformeln auf die Berechnung der Spannungen in einem belasteten Träger normaler Spannweite, dessen Balkenhöhe aber im Verhältnis zur letzteren als unendlich groß anzusehen ist. Es ist eben bei Formeln der technischen Mechanik keineswegs zulässig, einzelne Variable gleich unendlich zu setzen, wenn es sich um die Deformation frei beweglicher Gebilde handelt. Zum mindesten muß das Verhältnis der angreifenden Kräfte zu den angegriffenen Massen beurteilt werden. Dieses Verhältnis ist bei vorliegendem Problem ein derart kleines, daß von einer Einwirkung der angreifenden Kräfte auf die umgebenden Felsmassen als Gesamtgebilde nicht mehr die Rede sein kann, sondern die Einwirkungen sich auf lokale Spannungsstörungen in der Masse reduzieren, welche in unserem Falle als lokale Kompressionen anzusprechen sind. Diese schliessen aber das Auftreten jedweder Zugspannungen in der Felsmasse vollständig aus.

Aber auch der Berechnungsvorgang ist unhaltbar. Den Beweis hiefür liefert zunächst die dortige Gleichung 7 selbst, welche die infolge des Innendruckes auftretende Abstandsvergrößerung eines Randpunktes der als nicht gerissen anzuschenden Felszone vom Mittelpunkt angibt. Diese Längenänderung erscheint als eine Funktion des Elastizitätsmoduls des Felsens, der Poissonschen Zahl desselben und des Produktes aus dem Radius des betreffenden Zonenkreises und der dort auftretenden radialen Druckkraft. Da letzteres Produkt jedoch gemäß der äußeren Gleichgewichtsbedingung für radiale Belastungen (dortige Gl. 2) eine konstante Größe ist, stellt sich die bezeichnete Längenänderung daher als eine Funktion von lauter konstanten Größen, also selbst als Konstante dar. Sie erscheint vom Innerradius des unendlich dicken Rohres überhaupt nicht abhängig, während sie in Wirklichkeit jedenfalls in irgend einer Weise vom Abstand des ins Auge gefaßten Punktes vom Mittelpunkt abhängig sein muß, und zwar näherungsweise verkehr-proportional, wie aus näherer Betrachtung der noch richtig angewendeten Gleichung 6 für das Eisenrohr unter Innen- und Außendruck zu ersehen ist. Aus der Anwendung der Rohrformel entwickelte sich die Vorstellung, daß an der Innenwandung dieses dickwandigen Rohres Zugspannungen auftreten müssen, und hieraus entstand sekundär der oben unter 3. erwähnte Vorschlag, sowohl die Betonzone, als auch einen gewissen Teil der Felszone derartig zugbeansprucht anzunehmen, daß dieselben bereits als gerissen in Rechnung gestellt werden müssen. Dies führte zu einem weiteren Ableitungsfehler, welcher darin besteht, daß bei der Berechnung der elastischen Verkürzung der

Digitized by Google

gerissenen Radialsektoren (Radialstäbchen aus gerissenem Beton und gerissenem Fels), die Tangentialspannungen von vorneherein gleich Null gesetzt wurden, während sich infolge der durch die radialen Kräfte hervorgerufenen Querpressungen derselben unter Umständen erhebliche Tangentialdruckspannungen (Berührungsspannungen) entwickeln können, was von der Größe des Kraftangriffes und der Größe der vorhandenen Risse abhängig ist. Die tatsächliche Stäbchenverkürzung ergibt sich daher etwas kleiner als ohne Berücksichtigung dieses Umstandes.

Da nun sowohl die Voraussetzungen für die angewandte Theorie fehlen, als auch der Rechnungsgang in mehrfacher Hinsicht unhaltbar ist, ist über den Wert der abgeleiteten Formeln für die Berechnung von Druckstollen (-Schacht)-profilen nichts mehr zu sagen. Daran ändert auch die bereits oben erwähnte Überleitung der abgeleiteten Gleichungen für die reduzierten Spannungen im Eisenrohr in die als Winkler'sche Gleichung bekannte Dimensionierungsformel nichts, denn die Erklärung für die Möglichkeit der Ableitung dieses Grenzfalles ist dadurch gegeben, daß eben die Anwendung der Formeln für dickwandige Rohre auf das Eisenrohr eine zulässige war und das Resultat nach Ausschaltung aller gemachten, wenn auch nicht zutreffenden Voraussetzungen, ein richtiges werden muß.

III. Beweisführung der Kritik und Klarlegung der Spannungsverhältnisse bei kreisförmigen Öffnungen in unendlicher Masse.

Um die Behauptung, daß die oben erläuterte Druckstollenberechnung ein geradezu konträres Bild der im Fels herrschenden Spannungsverhältnisse gibt, zu beweisen, wird im folgenden zunächst auf rein logischem Wege abgeleitet, welche Art von tangentialen Spannungen (Zug- oder Druckspannungen) bei radialen Angriffen von kreisförmigen Öffnungen aus in der umgebenden Masse entstehen müssen.

A) Die kreisförmige Öffnung ist unausgekleidet.

1. Versuchsanordnung. Man stelle sich eine nach allen Seiten unendliche, hochelastische Kautschukmasse vor, welche von einem kreisförmigen Loch geradlinig durchbohrt ist. Das Material dieser Masse sei vollständig spannungslos nach jeder Richtung. Durch zwei nahe aneinander geführte Schnitte senkrecht zur Lochrichtung wird eine nach allen Richtungen unendlich große Platte mit kreisförmiger Öffnung herausgeschnitten. Denkt man sich diese Platte nunmehr beliebig oft, aber in gleicher Winkelteilung, durch im Verhältnis zum Lochdurchmesser sehr lange Schnitte radial zerschnitten, wodurch am Zustand vor der Schnittführung nichts geändert wurde (siehe Abbildung 1a), und bringt an allen diesen so entstandenen Sektorlamellen gleich große Kräfte an, welche gegen den Mittelpunkt gerichtet sind, so wird jede dieser Lamellen sich unter der Zugkraft gegen die Mitte zu ausdehnen, dabei schmäler und auch dünner werden, so daß sich einerseits zwischen denselben ein gegen die Mitte zunehmender Abstand bilden muß (Abbildung 1b), und andererseits die Plattendicke gegen die Mitte zu geringer wird. Will man nun trotz des Weiterwirkens der angreifenden Kräfte die frühere Kohäsion der Lamellen längs der Radialschnitte wieder herstellen und außerdem bewirken, daß auch die Ober- und Unterfläche der Lamellen wieder in dieselben Ebenen zurückgebracht werden, in welchen sie vor der Belastung waren, weil auch eine Verkürzung des Loches in der Lochrichtung als unmöglich in Rechnung steht, so müssen sowohl an den radialen Schnittflächen, als auch an den oberen und unteren Flächen der Lamellen Zugspannungen angebracht werden, deren Verteilung längs der genannten Flächen nach bestimmten Gesetzen erfolgen wird. Gleichzeitig würden diese Zugspannungen bewirken, daß die Lamellen sich wieder etwas vom Mittelpunkt entfernen, bis das innere Gleichgewicht hergestellt ist.

Durch diese Vorstellung wird klar bewiesen, daß in einer allseits elastischen Masse von (im Verhältnis zur Lochgröße) unendlicher Ausdehnung und spannungslosem Zustand im Umkreis eines kreisförmigen Loches tangentiale Zugspannungen dann auftreten, wenn am Lochumfang radial nach innen gerichtete Kräfte angreifen! Oder mit anderen Worten: Will das Profil sich unter der Einwirkung von Kräften verkleinern, dann können nur tangentiale Zugspannungen auftreten.

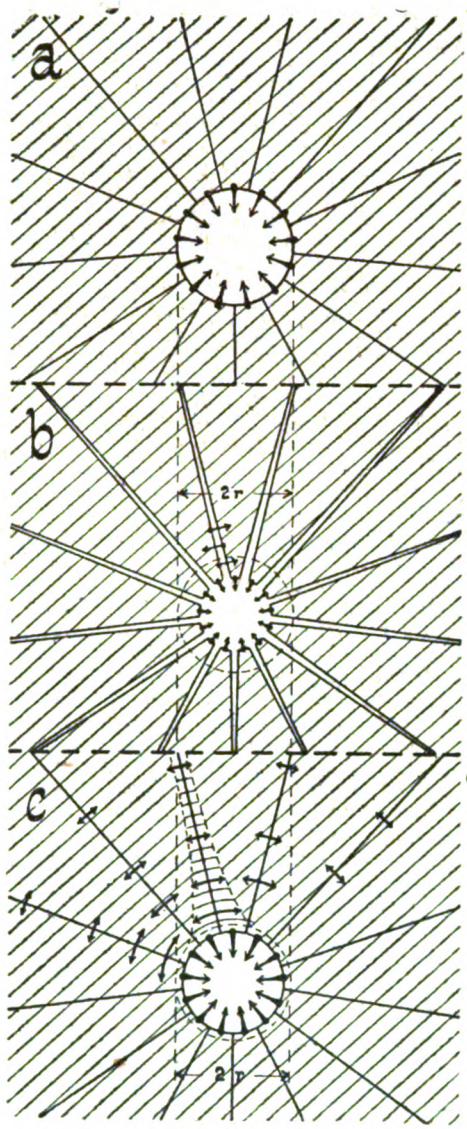


Abbildung 1.

Die Frage nach dem äußeren Gleichgewicht der angreifenden Kräfte wird folgendermaßen beantwortet: dort, wo die geführten, sehr langen Radialschnitte zur besseren Vorstellung aufhörend gedacht werden können, ist den radialen Kräften Gelegenheit gegeben, sich in der nun wieder zusammenhängenden Masse zu einem ringförmigen Kräftepolygon zusammenzusetzen. Da aber diese Ringkraft, welche, nebenbei bemerkt, gleich groß ist der angreifenden Lamellenkraft, noch immer eine unendlich große Fläche zu ihrer Übertragung vorfindet, ist die in dieser Fläche herrschende spezifische Spannung, also auch die zugehörige spezifische Dehnung, gleich Null, womit die Exaktheit der Versuchsanordnung und die Behauptung bewiesen ist, daß der zentrale, radiale Kraftangriff nur mehr lokale Spannungsstörungen (längs der Lamellen) hervorgerufen hat.

Digitized by Google

Sonderfall: Bei unausgekleideten Stollenprofilen würden oben geschilderte Verhältnisse in geringem Maße entstehen, wenn z. B. der atmosphärische Luftdruck aus der Lochöffnung entfernt würde. (Vakuum in einem Schacht.) Aber auch, wenn in einer unter starkem, allseitigem Druck stehenden Masse ein Profil „ausgebrochen" wird. Es wird dadurch ein im Verhältnis zum Spannungszustand der Masse sehr großer Unterdruck erzeugt, welcher radial nach innen gerichtet ist, wodurch am Rand der Kreisöffnung sehr starke achsiale und tangentiale Zugspannungen entstehen, die ein Reißen des Felsens zur Folge haben können, bei gleichzeitiger Verengung des Profiles. Hiemit ist eine in allen Stücken mit den Erfahrungen des Tunnelbaues übereinstimmende, neuartige Erklärung für den Gebirgsdruck und dessen Nebenerscheinungen gegeben, als welche besonders das Zunehmen des Gebirgsdruckes bei zu spätem oder mangelndem Ausbau, Stollenverbrüche etc. angeführt sein mögen. (Die Köpfe der freihängenden, unregelmäßig mit radialen Rissen durchsetzten Felslamellen brechen ab.)

Einen Beweis für obige Erklärung des Gebirgsdruckes liefern die hochinteressanten Versuche, welche Professor Dr. A. Leon, Wien, mit durchlochten Gesteinen gemacht hat. Man vergleiche die Darstellung des Druckversuches eines durchlochten Kalksteines (siehe Abb. 9 auf Seite 219 des VII. Bandes, Handbuch für Eisenbetonbau, Tunnelbau, von Dr. Emperger); hier traten, entsprechend dem nur einachsigen Kraftangriff, prächtig ausgebildete Zugrisse, naturgemäß nur in der allgemeinen Richtung des Kraftangriffes verlaufend, auf, die von der Lochlaibung beginnend, immer mehr nach außen sich fortpflanzen.

2. Versuchsanordnung. Nun nehmen wir das Spiegelbild der obigen Darstellung und bringen in der Anordnung der Abbildung 2a Lamellenkräfte an, welche vom Mittelpunkt radial nach außen gerichtet sind. Jede dieser Lamellen wird sich unter der Druckkraft verkürzen und dabei breiter und dicker werden, so daß sie sich einerseits gleichsam in den Rayon der Nachbarlamellen hineinbewegt, und andererseits die Plattendicke gegen die Mitte zu größer wird. (Abb. 2a.) Wollte man dies bei einer Versuchsanordnung wirklich sehen, so müßte man die Lamellen sich übergreifen lassen, oder jede zweite Lamelle ausschneiden. Um die verbreiterten Lamellen wieder nebeneinander lagern zu können und zu bewirken, daß die Ober- und Unterfläche der Lamellen wieder in dieselben Ebenen gelangen, wie vor der Belastung, weil eine Verlängerung des Loches in der Achsenrichtung als unmöglich in Rechnung steht, müssen sowohl an den radialen Schnittflächen, als auch an den oberen und unteren Lamellenflächen Druckspannungen angebracht werden, deren Verteilung längs der Lamellen wieder nach einem bestimmten Gesetz erfolgt. Gleichzeitig würden aber diese Druckspannungen bewirken, daß die Lamellen wieder etwas gegen den Mittelpunkt zu sich verlängern, bis das innere Gleichgewicht hergestellt ist.

Hiemit ist klar bewiesen, daß in einer allseits elastischen Masse von (im Verhältnis zur Lochgröße) unendlicher Ausdehnung und spannungslosem Zustand im Umkreis eines kreisförmigen Loches tangentiale Druckspannungen dann auftreten, wenn am Lochumfang radial nach außen gerichtete Kräfte angreifen, oder mit anderen Worten: Will das Profil sich unter der Einwirkung von Kräften vergrößern, dann können nur tangentiale Druckspannungen auftreten — Die Frage nach dem äußeren Gleichgewicht der angreifenden Kräfte ist in gleicher Weise zu beantworten, wie in der ersten Versuchsanordnung.

Sonderfälle:

a) Bei unausgekleideten Stollen- und Schachtprofilen treten oben geschilderte Verhältnisse auf, wenn der betreffende Stollen (Schacht) unter Wasserdruck steht. Durch denselben werden demnach im umgebenden Fels tangentiale Druckspannungen hervorgerufen.

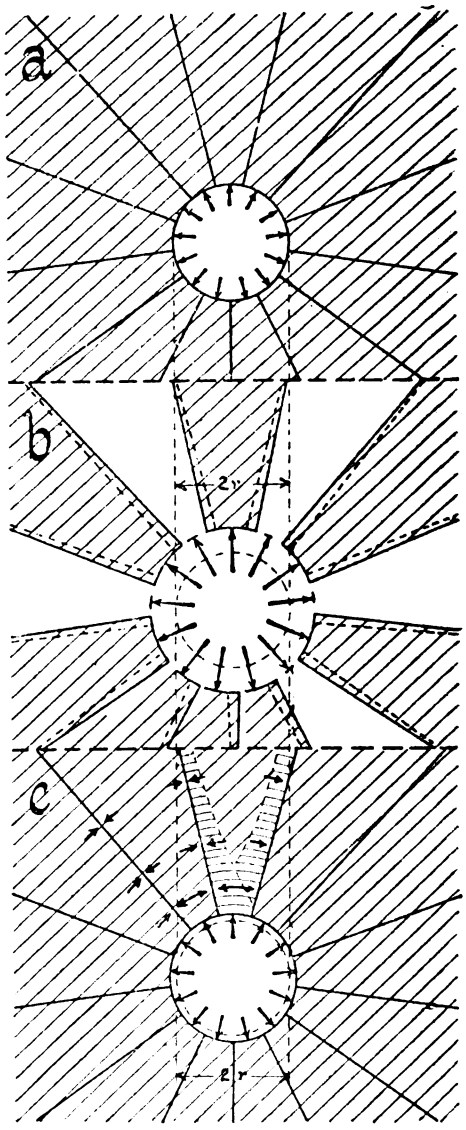


Abbildung 2.

neben den selbstverständlichen Druckspannungen in der Richtung des Radius und der Lochachse. Jedes andere Resultat irgendwelcher Theorien würde lediglich die Unzulässigkeit derselben beweisen.

b) Ist der Stollenausbruch in einer unter starkem allseitigem Druck stehenden Masse erfolgt, solcherart daß die auftretenden Zugspannungen, welche hier als Folge des Stollenausbruches angesehen werden müssen, noch keine Rißbildung in der Stollenwand bewirken konnten, so würde durch einen sehr starken Wasserdruck sogar der innere Spannungszustand vor dem Ausbruch wieder hergestellt gedacht werden können, der Wasserdruck, bzw. die unter Druck stehende Wassermasse, ersetzt dann die herausgenommene, früher unter allseitigem Druck gestandene Felsmasse.

c) Ist der Stollenausbruch in einer unter starkem, allseitigem Druck stehenden Felsmasse derart erfolgt, daß die infolge schlechter oder zu später Auszimmerung auftretenden tangentialen Zugspannungen bereits eine Rissebildung bewirken konnten, so werden diese radialen Haarrisse durch die Wirkung des Wasserdruckes verkleinert, unter Umständen sogar geschlossen werden können. Diese Erkennt-

Digitized by Google

nis steht mit der bisherigen Anschauung, daß der Wasserdruck die Risse „in gefährlichem Maße erweitert", in direktem Widerspruch und dürfte für die Zukunft des Druckstollenbaues von wesentlich beruhigender Wirkung sein.

d) Es ergibt sich weiter folgende Erkenntnis: Ist ein unausgekleidetes Stollenprofil unter Wasserdruck im Betrieb und treten im Laufe der Zeit Risse auf, so sind dieselben dadurch zu erklären, daß der Wasserdruck eben nicht groß genug ist, die infolge des Gebirgsdruckes auftretenden Zugspannungen (siehe Sonderfall der 1. Versuchsanordnung) aufzuheben oder in Druckspannungen umzuwandeln, so daß im Laufe der Zeit, vielleicht auch unter der physikalischen Einwirkung des Wassers, ein Anwachsen der Zugspannungen bis zur Reißgrenze erfolgen konnte. Nach Erreichung dieses Endzustandes ist also der Fall gegeben, daß in einem unter Wasserdruck stehenden Stollen eine innere Zone gerissenen Felsens (oben als Stäbchen bezeichnet), besteht, worauf eine Zone mit Zugspannungen folgt, die gegen außen zu immer mehr abnehmen, also genau jenes Bild, welches in der Dr. Mühlhofer'schen Abhandlung für einen „infolge des Wasserdruckes gerissenen Druckstollen" gegeben wurde; nur haben wir es in Wirklichkeit mit einem „infolge des Gebirgsdruckes gerissenen Stollen" zu tun, in dem die Weiterausbildung der Risse und Zugspannungen durch den Wasserdruck sogar noch abgeschwächt wurde, das heißt, die Risse würden sich nach Beseitigung des Druckwassers sogar noch erweitern!

3. Versuchsanordnung. Als weiterer Beweis für die Unzulässigkeit der Anwendung der Rohrtheorie auf die einen Stollen umgebende Masse diene folgende Überlegung: Man denke sich einen größeren Sektor herausgeschnitten und radial von innen nach außen belastet. Können sich nun die Widerlagerflächen dieses Bogenträgers (siehe Abb. 3) längs der Sektorschnittflächen um ein gewisses Maß nach außen verschieben, ohne diese Radialflächen verlassen zu dürfen (Theorie des dickwandigen Rohres), dann findet eine Verlängerung sowohl des Innen- als auch des Außenbogens statt, es müssen tangentiale Zugspannungen auftreten. (Siehe Abb. 3a.) Ist eine Bewegung der Widerlager nach außen jedoch insoferne unmöglich, als die Punkte des äußeren Bogens unverrückbar sind, so findet eine Zusammenpressung der gesamten Bogenmasse statt. Durch dieselbe wird zwar der innere Bogen ebenfalls verlängert. Diese Verlängerung ist im Verhältnis zur früheren aber sehr klein und hat ihre Ursache nicht mehr in Zugspannungen, sondern sie ist durch die tangentiale Querdrückung zu erklären, welche die einzelnen Elemente infolge der radialen Druckspannung erfahren haben. Dieser Fall liegt aber bei den „Druckstollen" vor, da in einer im Verhältnis zum Stollendurchmesser sehr großen Entfernung zum Mittelpunkt ein Ausweichen der Massenteilchen nach außen nicht mehr auftritt, wegen der dortselbst bereits unendlich kleinen Kräfte, während alle anderen Massenteilchen aus Symmetriegründen nur längs der Radialstrahlen Bewegungsfreiheit besitzen.

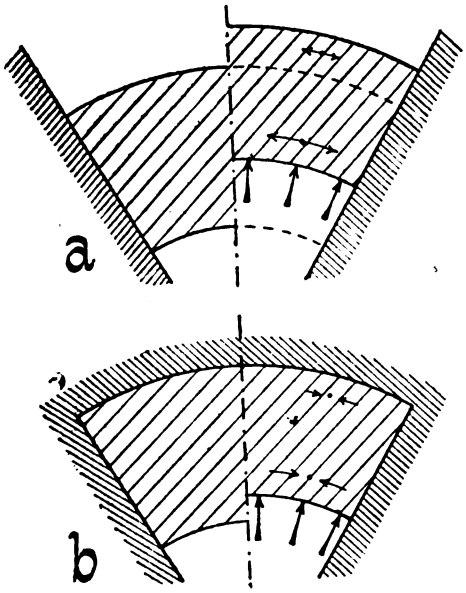


Abbildung 3.

4. Versuchsanordnung. Aus der Anschauung ist folgendes bekannt: Wenn der Schmied ein in einer sehr großen Eisenplatte bestehendes, kleines, kreisrundes Loch etwa durch Eintreiben eines Dornes mit Schutzhülse erweitert, dann staut sich das Material am Lochrande auf, und zwar auf beiden Blechseiten (siehe Abbildung 4). Die auftretenden tangentialen Druckspannungen sind eben derart große, daß die Quetschgrenze des Eisens überschritten wurde, und dieses daher seitlich austritt. Von Zugspannungen am Rande dieses derart unter Innendruck gesetzten Loches kann natürlich keine Rede sein. (Auftretende Risse bei einem diesbezüglichen praktischen Versuch können infolge der Reibungs-Schubkräfte des eingetriebenen Dornes entstehen.) Erst wenn die angreifende Kraft unendlich groß wird, oder das Verhältnis zwischen Lochgröße und Plattendurchmesser ein so großes ist, daß dieser äußere Plattendurchmesser sich unter der Kraftwirkung vergrößern kann, gehen die anfänglichen tangentialen Druckspannungen am Lochrande langsam über Null in Zugspannungen über, die Platte kann zerrissen werden (Sprengung mittelst Sprengstoff).

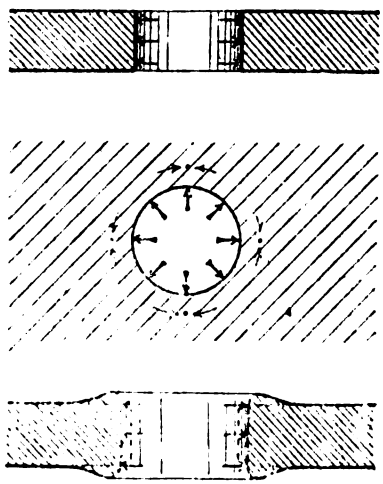


Abbildung 4.

Dieselbe Erfahrung kennen wir auch im praktischen Leben aus zahlreichen Beispielen, wobei nicht zu vergessen ist, daß es sich hier um die Betrachtung nicht ausgekleideter Öffnungen handelt.

5. Versuchsanordnung. Der Übergang vom dickwandigen Rohr zur unendlichen, allseits umgebenden Masse. Man denke sich ein dickwandiges Rohr normaler Anordnung unter einer bestimmten inneren Druckbelastung. In der Wandung dieses Rohres treten offensichtlich Zugspannungen auf. Es wird die Frage aufgeworfen, wieso es möglich ist, daß diese Zugspannungen bei einem Anwachsen der Rohrwandstärke bis zum Wert unendlich (im Verhältnis zum Innendurchmesser) in Druckspannungen übergehen können, wie es die eben

Digitized by Google

gewonnenen Erkenntnisse einwandfrei verlangen. — Diese Frage wird durch folgende Überlegung leicht beantwortet: Läßt man die Wandstärke nach außen zu immer mehr zunehmen, so geht der anfangs fast geradlinige Spannungsverlauf längs eines Radialschnittes immer mehr in einen kurvenmäßigen Verlauf über, derart, daß die größte Tangentialzugspannung an der Innenlaibung auftritt und dann gegen außen zu nach einem hyperbolischen Gesetz, also sehr rasch, abnimmt. Da die aus diesen Spannungen resultierende Ringkraft konstant ist, nehmen die absoluten Werte dieses Spannungsbildes bei zunehmender Wandstärke auch immer mehr ab. Gleichzeitig nimmt aber deshalb auch der Grad des elastischen Ausweichens der Rohrwand in ihrer Gesamtheit immer mehr ab, was zur Folge hat, daß die Angriffskräfte eine immer mehr zunehmende lokale Pressung der Innenwand in radialer Richtung verursachen. Während aber diese Pressung und die damit verbundene Querdehnung (= Drückung) der Elemente bei kleinerer Wandstärke noch nicht zur Geltung kommen konnten, weil die noch größer gewesenen Zugspannungen und zugehörigen Querdehnungen in der Rohrwand bedeutend überwiegend waren, ist dieselbe nunmehr imstande, die infolge zunehmender Wanddicke immer mehr abnehmenden Ringzugspannungen aufzuheben und bei weiterer Rohrwandverstärkung tatsächlich als Querpressung in Erscheinung zu treten. Aus dem elastischen dickwandigen Rohr ist eine elastische, unendlich große Masse mit zentralem Radialkraftangriff geworden, deren Spannungsbild bereits klargelegt wurde.

Die durch das „Nachgeben" der Masse (nachgebender Fels) sichtlich in Erscheinung tretende Vergrößerung des kreisrunden Loches entpuppt sich also im Gegensatz zum Rohr bei der unendlich großen Masse als eine Folge der durch Radialpressung hervorgerufenen Querpressung der Elemente, welche sich dadurch gegenseitig unter Druck setzen (tangentiale Druckspannung).

Durch obige Erläuterungen wird die bereits erwähnte Erkenntnis gewonnen, daß zur richtigen Beurteilung der Spannungsverhältnisse im Umkreis eines in unendlicher Masse befindlichen Loches die Beachtung des Mißverhältnisses zwischen den angreifenden Kräften und der angegriffenen Masse von größter Wichtigkeit ist, sollen nicht Trugschlüsse entstehen. Daß ein ganzes Bergmassiv unter der Einwirkung von einigen Atmosphären Wasserdruck gleichsam aufgebläht werden kann (Fall des dickwandigen Rohres), kann man sich nicht vorstellen, und ohne dieses (wenn auch minimalste) Aufblähen, ist das Auftreten von Zugspannungen infolge des Wasserdruckes unmöglich. Wohl aber kann die gewaltige Kraftäußerung etwa einer Kammerminensprengung in einem Felsgipfel das Platzen des als dicke Rohrwand anzusprechenden Felsmantels zur Folge haben. Hier ist eben das Größenverhältnis zwischen angreifender Kraft und angegriffener Masse ein umgekehrtes, wie im Falle der Druckstollen. Die Gesetze des dickwandigen Rohres könnte man also vielleicht zur Berechnung der Sprengung eines kegelförmigen Felsgipfels näherungsweise anwenden, zur Berechnung eines ein Bergmassiv durchörternden Druckstollens oder eines schräg liegenden Druckschachtes, der in Dreiviertel seines Umkreises von wirklich unendlich dick anzusprechenden Felsmassen umgeben ist, darf sie sowohl wegen der im Verhältnis zur Masse unendlich kleinen Kraftangriffe, als auch wegen des vollständigen Fehlens der Rohrform unter keinen Umständen angewendet werden. Die auftretenden Spannungsstörungen in der Masse schrumpfen auf örtliche Störungen zusammen, welche in der umgebenden unendlichen Masse auf Null ausklingen.

6. Versuchsanordnung. Man stelle sich ein beliebig großes und beliebig geformtes Volumen vor, welches nach allen Seiten hin unverschiebbar abgegrenzt ist. Dieses Volumen sei vollständig mit Masse ausgefüllt, in welcher zentral ein kugelförmiger Hohlraum sich befindet. Wird dieser Hohlraum durch einen hervorgerufenen Innendruck vergrößert, so kann diese Vergrößerung nur auf Kosten des Raumes der umgebenden Masse zustande kommen, welcher nun kleiner ist als vor der Belastung. Es müssen in die Masse daher unbedingt Druckspannungen gelangen. Diese Druckspannungen werden sich, wenn die Masse gasförmig oder flüssig war, gleichmäßig über das oben angegebene Volumen verteilen, bestand die Masse jedoch aus einem elastischen, festen Körper, so werden sich die Spannungserhöhungen infolge der inneren molekularen Reibung in der Nähe des Hohlraumes am meisten konzentrieren und gegen den äußeren Umfang zu abnehmen, jedenfalls aber nur Druckspannungen sein können. (Aus der Physik.)

B) Die kreisförmige Öffnung ist ausgekleidet.

1. Die Auskleidung besteht aus einem einfachen Ring.

Es sollen nun die Wirkungen einer ringförmigen Auskleidung des kreisförmigen Loches auf die bisherigen Erkenntnisse beurteilt und zu diesem Zwecke Versuchsanordnungen getroffen werden, deren Verhalten ohne jeden mathematischen Apparat leicht erkennbar ist.

Versuchsanordnung a). In einer unendlich großen Kautschukmasse sei ein kreisrundes Loch mit einem Stahlring ausgekleidet, der unter allseitigem Innendruck steht. Der Stahlring hat das Bestreben, sich auszudehnen, findet aber an der umgebenden Masse etwas Widerstand, welcher durch das Hervorrufen der kreisförmigen Druckspannungen und Querverdrückungen im Kautschuk gebildet wird. Wird der Innendruck gesteigert, so kann der Stahlring zum Zerreißen gebracht werden, weil der Elastizitätsmodul des Kautschuks eben ein derart kleiner ist, daß er die für das Reißen des Stahlringes nötige Ringvergrößerung ohne weiteres zuläßt. Läßt man den Elastizitätsmodul des Ringes nun immer mehr abnehmen, so wird die Möglichkeit, den Ring zum Reißen zu bringen, immer kleiner, sie wird zur Unmöglichkeit, wenn der Elastizitätsmodul des Ringes gleich wird jenem der umgebenden Massen, also ein Kautschukring in einer Kautschukmasse.

Diese überraschende Schlußfolgerung aus den bisherigen Erkenntnissen ist leicht erklärlich: Der angreifende Innendruck sei konstant. Ohne jeden Ringeinbau (d. i. gleich einem Ring mit dem Modul des Kautschuks) würde die Masse dann z. B. bis a (siehe Abb. 5) zu-

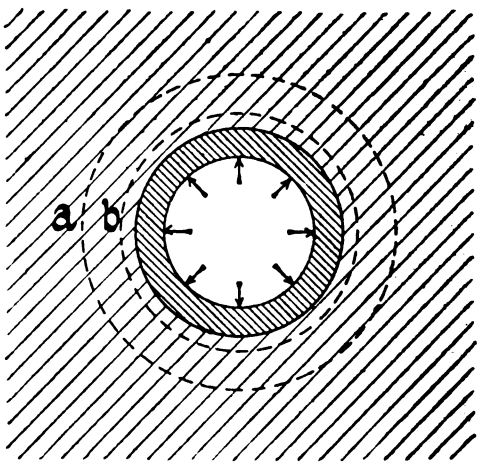


Abbildung 5.

rückweichen; mit dem Stahlring würde sie nur bis b zurückweichen; zwischen a und b müssen daher die Endstellungen aller Ringe mit dem Modul zwischen Stahl und Kautschuk zu suchen sein. Die infolge des gegebenen Innendruckes im eingebauten Ring anfänglich herrschende Zugspannung muß daher bei abnehmendem Elastizitätsmodul des Ringes immer kleiner werden und schließ-

Digitized by Google

lich in Druckspannungen übergehen. Denn, wenn sie z. B. in einem Holzring von gleicher Dimension, wie der Stahlring, gleich groß sein könnte, wie im Stahlring mit der Endstellung bei b, dann müßte dieser gleichen Spannung im Holzring eine Dehnung desselben entsprechen, welche gemäß dem kleineren Modul für Holz größer sein muß, als jene des Stahlringes. Diese größere Dehnung bei gleicher Spannung hätte aber zur Voraussetzung, daß die Zurückdrängung der umgebenden Masse eine größere wäre als bis b. Dann würde aber im Falle des Holzringes die potentielle Energiesumme der Deformation des Ringes und der Masse größer ausfallen, als im Falle des Stahlringes, was dem Energieprinzip widerspricht. Daraus folgt, daß die erreichbare Spannung im Holzring bei derselben Innenbelastung kleiner sein muß als im Eisenring, bei gleichzeitig etwas größerer Ausdehnung desselben.

Bei weiterer Abnahme des Modul wird der Ring in tangentialer Richtung spannungslos. Es tritt der bereits in obigen Versuchsanordnungen erwähnte Fall ein, daß die durch die radiale Pressung hervorgerufene Querverdrückung der Ringelemente so groß geworden ist, daß sie imstande war, die Ringzugspannungen gerade noch aufzuheben. Dieses Phänomen wird durch folgende Versuchsanordnung verständlich: Ist ein Kautschukring auf einen Zylinder aufgezogen, dessen Durchmesser größer ist als der Innendurchmesser des Ringes, so können die im Ring herrschenden Zugspannungen dadurch aufgehoben werden, daß am äußeren Umfange des gespannten Ringes radial nach innen gerichtete Kräfte von solcher Intensität angebracht werden, daß die Querdrückung infolge derselben gleich wird der Querdehnung infolge der ursprünglichen Zugspannungen. Der ursprünglich auf Zug beanspruchte Ring geht dann in eine unter rein radialem Druck stehende Masse über, die Führung eines radialen Schnittes durch den Ringquerschnitt vermag keinerlei Lagestörung der Elemente hervorzurufen.

Nimmt der Modul des Ringes noch weiter ab, so vergrößert sich die tangentiale Druckspannung in der Kautschukmasse am Außenrand des eingebetteten Ringes immer mehr, d. h., daß die angreifenden Kräfte immer mehr von der Masse allein aufgenommen und vernichtet werden. Die Materie des Ringes dient von jetzt an nur mehr der Druckübertragung auf die Masse, die infolge der radialen Drücke auftretenden tangentialen Druckspannungen des Ringes nähern sich mit potentierter Raschheit den tangentialen Druckspannungen der umgebenden Masse, bis bei Erreichung der Gleichheit der Module die Spannungsfiguren von Ring und umgebender Masse längs eines Radialschnittes ineinander übergehen. Es ist der Zustand für ein unausgekleidetes Kreisprofil erreicht.

Durch die gewonnenen Schlüsse ist auch die Behauptung bewiesen, daß die Möglichkeit des Zerreißens eines eingelagerten Ringes bei abnehmender Elastizität desselben (abnehmenden Modul) immer geringer wird.

Versuchsanordnung b). Es sei wieder ein Stahlring in einer Kautschukmasse eingebettet und unter innerem Druck stehend. Läßt man nun diesmal den Modul der Masse immer mehr zunehmen, so wird die Möglichkeit, daß der Stahlring zum Reißen gebracht werden könnte, ebenfalls immer kleiner, sie wird zur Unmöglichkeit, wenn der Modul der Masse gleich groß geworden ist wie jener des Stahlringes, also in diesem Falle ein Stahlring in einer Stahlmasse.

Dieses Resultat, welches sich mit dem sub a) gewonnenen deckt, ist in ähnlicher Weise erklärbar: Der angreifende Innendruck sei konstant. Mit der umgebenden Kautschukmasse würde der Ring sich (Abb. 5) z. B. bis a ausdehnen können; mit einer umgebenden Stahlmasse würde eine Ausdehnung nur bis b möglich sein. Zwischen a und b müssen daher wieder die Endstellungen des Stahlringes in den verschieden elastischen umgebenden Massen zu suchen sein. Die im Stahlring erreichbare Zugspannung wird bei zunehmendem Modul der umgebenden Masse immer kleiner. Denn wenn sie z. B. bei einem in Holz, statt in Kautschuk gebetteten Stahlring gleich groß werden könnte wie früher, dann müßte die Zurückdrängung der Holzmasse bis in dieselbe Zone erfolgen können, wie vorhin bei der Kautschukmasse. Dies würde aber, da die Holzmasse der Zurückdrängung einen viel größeren Widerstand entgegensetzt, wie die Kautschukmasse, bedeuten, daß die potentielle Energiesumme der Deformationen des Ringes und der Holzmasse größer ausfällt als im Falle der Kautschukmasse, was unmöglich ist. Daraus folgt, daß die Spannung im Stahlring bei zunehmendem Modul der umgebenden Masse kleiner werden muß, bei gleichzeitig etwas kleinerer Ausdehnungsmöglichkeit desselben.

Bei weiterem Abnehmen des Moduls der umgebenden Masse wird der Ring in tangentialer Richtung spannungslos und erhält dann zunehmende Druckspannungen bis, wie im Falle a), die Druckspannungsfiguren des Ringes und der Masse ineinander übergehen, womit der Fall des Stahlringes in umgebender Stahlmasse erreicht ist, welcher wieder dem Fall eines unausgekleideten Kreisprofiles in unendlicher Masse gleichkommt.

Durch die Klarstellung dieser Verhältnisse ist auch die obige Behauptung bewiesen, daß die Möglichkeit des Zerreißens eines eingelagerten Ringes bei zunehmender Elastizität der umgebenden Masse immer geringer wird.

Versuchsanordnung c). Nun sei noch der Fall behandelt, daß in einer unendlich großen Stahlmasse ein Kautschukring eingebettet sei, welcher unter zunehmendem inneren Druck steht. Bei Beginn der Belastung werden im Kautschukring tangentiale Druckspannungen auftreten, welche aber im Vergleich zu den tangentialen Druckspannungen der umgebenden Masse viel größer sein müssen als letztere, dies deshalb, weil die Querdrückung der Kautschukelemente leichter vor sich geht, als jene der Stahlelemente. Erst bis der Innendruck einen solchen Grad erreicht hat, daß die starke Verdichtung des Kautschuks das Querdehnungsgesetz dieser Materie abändert und jenem der Stahlmasse gleichmacht, wird eine Angleichung der längs eines Radialschnittes auftretenden Druckspannungsfiguren im Ring und in der Masse eintreten. Der allseits gepreßte Kautschuk wirkt wie Stahl.

Läßt man hingegen den Modul des eingelagerten Ringes bei irgendeiner konstant bleibenden Belastung nunmehr allmählig anwachsen, so muß die tangentiale Druckspannung im Ring immer mehr abnehmen, bis sie bei gleichwerdendem Modul von Ring und Masse wieder in die stetige Spannungsverteilungskurve des Radialschnittes der homogenen, nicht ausgekleideten Masse bei innerem Überdruck übergeht.

2. Die Auskleidung besteht aus mehreren Ringen.

Wurden zur Auskleidung des kreisförmigen Profiles zwei oder mehrere Ringe mit verschiedenen Modulen verwendet, so wird an den bisherigen Erkenntnissen prinzipiell gar nichts mehr geändert. Es können nämlich auch hier in der die Ringe umgebenden Masse bei Unterdrucksetzung der Öffnung unter gar keinen Umständen tangentiale Zugspannungen auftreten, sondern neben den selbstverständlichen, radialen und achsialen Druckspannungen nur tangentiale Druckspannungen, während der Spannungszustand in den Auskleidungsringen selbst aus dem Verhältnis ihrer Module zu dem Modul der umgebenden Masse, sowie aus den Modul-, Kraft- und Masse-Verhältnissen untereinander zu erkennen sein wird.

IV. Zusammenfassung aller gewonnenen allgemeinen Grundsätze für die Beurteilung einer kreisförmigen Öffnung unter innerem Überdruck.

A) Die Masse ist vor der Belastung spannungslos.

1. In der ein ausgekleidetes oder unausgekleidetes, kreisrundes Loch umgebenden Masse treten bei innerem Überdruck unter allen Umständen in tangentieller Richtung stets nur Druckspannungen auf, das Auftreten von Zugspannungen in dieser Richtung ist völlig ausgeschlossen.

Digitized by Google

2. Die Art der auftretenden Spannungen in einem Auskleidungsringe hängt von folgenden Verhältnissen ab (E bedeutet den Elastizitätsmodul):

a) E-Masse kleiner als E-Ring; dann treten bei Beginn der Belastung im Ring zunächst tangentiale Zugspannungen auf, in der Masse gemäß Punkt 1 tangentiale Druckspannungen. Bei Steigerung der Belastung können die Zugspannungen im Ring so groß werden, daß die Zerreißfestigkeit des Ringes überschritten wird; sie können unter gewissen Verhältnissen aber auch abnehmender Tendenz sein, gleich Null werden, ja sogar in tangentiale Druckspannungen übergehen, welche jedoch, gemäß obiger Annahmen für E, stets kleiner ausfallen müssen, als die tangentialen Druckspannungen der umgebenden Masse. Welcher dieser Fälle eintritt, oder ob bei mehreren Ringen für alle Ringe derselbe Fall eintritt, oder für die einzelnen Ringe verschiedene Fälle, hängt von dem Verhältnis der Module der Masse einerseits, zu den Modulen der Ringe andererseits, und dem Verhältnis dieser der Ringe andererseits, als auch von der Querdehnungsziffer (Poisson'schen Zahl) der Ringmaterialien ab.

b) E-Masse=E-Ring; hier tritt der Fall 1 für Masse und Ring ein, die Kurve der Druckspannungsverteilung verläuft stetig bis zum Innenrand des Ringes.

c) E-Masse größer als E-Ring; dann können im Ring von Anfang an in tangentialer Richtung nur Druckspannungen auftreten, welche jedoch gemäß obiger Annahmen für E, stets deutlich erkennbar größer ausfallen müssen, als die Druckspannungen in der Masse.

B) Die Masse steht vor der Belastung unter allseitiger Druckspannung.

1. Ist das Gefüge noch ungestört, also noch ohne Risse, dann treten die durch die Innenbelastung hervorgerufenen, den Gesetzen des Abschnittes IV, Teil A, gehorchenden, tangentialen Druckspannungen im Umkreis der Öffnungen zu den daselbst herrschenden Spannungen nach dem Superpositionsgesetz hinzu.

2. Ist das Gefüge bereits gestört, also mit radialen Rissen durchzogen, so hängt die Art der resultierenden tangentialen Spannungen vom Grad des Verhältnisses der Rissebildung und bestehenden Zugspannungen zu den angreifenden Kräften ab.

V. Spezialisierung der gewonnenen Grundsätze für die Beurteilung von Druckstollen (Schächten).

A) Das Gebirge ist in jeder Richtung spannungslos.

Diese Annahme wird mit Rücksicht auf das Gesetz der Schwere im allgemeinen überhaupt nie zutreffen. Es wäre höchstens denkbar, daß gewisse Felszonen durch auftretende, tektonische Verspannungen (Gewölbewirkung) dem Gesetze der Schwere entrückt sind. In diesem Falle würden die nach den Grundsätzen des Abschnittes IV, Teil A) errechneten Spannungen exakt zutreffen; die Zugrundelegung dieser Annahme ist jedoch aus der Praxis auszuschalten, da ihre Feststellung nur schwer möglich sein wird.

B) Das Gebirge steht in jeder Richtung unter Druckspannung.

Dieser Zustand entspricht den Voraussetzungen, daß die Mächtigkeit, der die Stollenlinie umgebenden Felsmassen im Vergleich zu den Stollendimensionen nach allen Richtungen eine sehr große ist. Die hiedurch gegebene Unmöglichkeit des seitlichen Ausweichens der Felselemente unter der Wirkung der vertikalen Schwerkraftspannungen bewirkt, daß außer den vertikalen Spannungen auch solche in den Horizontalebenen im Innern des Gebirges auftreten müssen. Über das Größenverhältnis dieser Spannungen wissen wir aus der Erfahrung, daß im allgemeinen in Tunnelen mit geringer Überlagerung hauptsächlich Firstdrücke, in solchen mit größerer Überlagerung hauptsächlich Seitendrücke auftreten. Es ist auch bekannt, daß die Größtwerte dieser Drucke bei langen Durchschlagstunneln nicht unter der größten Überlagerung, sondern vorher auftreten (z. B. die maximalsten Bergschläge im Tauerntunnel bei km 3). Näherungsweise kann man jedenfalls annehmen, daß der einen Druckstollen umgebende Fels unter allseitiger, gleichmäßiger Druckspannung steht. — Es treten dann die Voraussetzungen des Abschnittes IV, Teil B, in Wirksamkeit, wobei folgende Extremfälle zu unterscheiden sind.

Fall 1: Der Fels ist von einer derart guten, dichten Beschaffenheit, und besitzt bei höchster Druckfestigkeit (Porphyre und Granite bis 1800 kg/cm²) einen so großen Elastizitätsmodul (bis 400.000 kg/cm²), daß die Herausssprengung eines kleinen Stollenprofiles (z. B. Minimalstollen) nicht imstande war, in den Radialschnitten Zugspannungen oder sogar Rißbildungen hervorzurufen, wie sie in der 1) Versuchsanordnung geschildert wurden. Der Stollen zeigt also nicht die geringsten aktiven Druckerscheinungen, steht ohne Zimmerung, es finden keinerlei Firstverbrüche oder seitliche „Bergschläge" statt.

Bei Verwendung dieses Stollens als Druckstollen ohne jede Auskleidung ruft der Wasserdruck im angrenzenden Fels, gleichgültig, ob der Stollen ausgekleidet ist oder nicht, tangentiale Druckspannungen hervor, welche zu dem an den Stollenwandungen noch bestehend angenommenen ursprünglichen Druckspannungen nach dem Superpositionsgesetz hinzutreten. Diese Spannungsvermehrung durch den Wasserdruck ist im Vergleich zu der hohen Festigkeitsziffer des in Rechnung stehenden Gebirges jedenfalls belanglos, so daß die Verwendung unausgekleideter Druckstollen und -Schächte im Rahmen unserer praktischen Druckhöhen für Wasserkraftanlagen eine unbeschränkte ist, wenn für die sichere Abdichtung aller natürlichen Klüfte und Lassen im Gebirge vorgesorgt wird. (Z. B. durch das neue patentierte Hochdruckverfahren der Herren Ing. Wolfsholz und Dr. Pernt, Berlin, Wien.) (Siehe „Die Wasserkraft", 1922.)

Wurde der Stollen aber trotzdem ausgekleidet und hiezu ein Material verwendet, dessen Elastizitätsmodul kleiner ist, als jener des Gesteins (z. B. Beton!), dann treten auch in diesem Auskleidungsring lediglich tangentiale Druckspannungen auf, welche etwas größer sind als jene in der Felsmasse infolge Wasserdruck.

Hieraus folgt der wichtige

Grundsatz I:

In gutdichtem, wenig elastischem und hochdruckfestem Gestein hat die Auskleidung entweder ganz zu entfallen oder aber prinzipiell mit Materialien zu erfolgen, deren Modul kleiner oder gleich dem Modul des Gesteines ist, weil dadurch bei jedem beliebigen Innendruck lediglich Druckspannungen in der Auskleidung auftreten können, sodaß Risse ausgeschlossen sind, vorausgesetzt, das satte Anliegen der Auskleidung.

Dieser Grundsatz deckt sich mit der bereits von namhaften Tunnelingenieuren u. Geologen (mir sind diesbez. Äußerungen der Herren Oberbergr. Imhof, Böckstein, Obering. Mehl, Wien, u. Oberbergr. Dr. Hammer, Wien, bekannt) geäußerten Anschauung, die Druckstollen überhaupt nicht auszukleiden. Auch der neuere Vorschlag, die Stollenauskleidung mit Holz durchzuführen, entspricht obigem Grundsatz in bester Weise, da E-Holz kleiner als E-Fels ist, wobei die Druckspannungen im Holzring noch durch die Ausdehnungsspannungen infolge der Wasseraufsaugung vergrößert werden.

Fall 2: Der Fels ist von schlechter, wenig dichter Beschaffenheit und besitzt bei geringer Druckfestigkeit (Kalke bis 160 kg/cm² herab) einen so niedrigen Elastizitätsmodul (Sandstein 50—100.000 kg/cm²), daß die Ausnehmung eines größeren Stollenprofiles imstande war, in den Radialschnitten die in der 1. Versuchsanordnung erklärten Zugspannungen oder eventuell sogar Risse hervorzurufen, deren Auftreten durch die Sprengwirkung vielleicht noch unterstützt wurde. Ohne nun diesen oder jenen Fall speziell als Voraussetzung in Rechnung zu stellen, weil die Konstatierung dieses Zustandes ebenfalls eine sehr problematische

Digitized by Google

sein kann, wird mit Rücksicht auf die Möglichkeit, daß eine den Stollen gefährdende Rissebildung durch Gebirgsdruck trotz vorsichtigster Ausbruchsmethoden und Zimmerungen immerhin später auftreten kann, auf jeden Fall eine Auskleidung des Stollens anzubringen sein.

Hinter dieser Auskleidung treten auch hier infolge des Wasserdruckes je nach den herrschenden Spannungsverhältnissen im Gestein, entweder Verminderungen der bereits vorhandenen Zugspannungen oder Null-Spannungen, oder auch reine Druckspannungen als Resultierende in tangentialer Richtung auf.

Die Spannungen im Auskleidungsring hängen von folgenden Verhältnissen ab:

a) Ist E-Ring größer als E-Fels, dann können bei den normal vorkommenden Wasserdrücken Zugspannungen im Ring auftreten. Da der Ring aber infolge der beschriebenen unsicheren Gebirgsverhältnisse möglicherweise früher oder später (z. B. durch das Nachbrechen von Gestein hinter vermodernden Holzresten) in seiner Funktion als Stützgewölbe des Gebirges Druckspannungen aufnehmen wird oder sofort nach seiner Ausschalung aufnahm, ergibt sich die Möglichkeit, daß die durch den inneren Wasserdruck hervorgerufenen, oben erwähnten Zugspannungen sich vermindern, ja sogar aufgehoben werden können.

b) Ist E-Ring gleich oder kleiner als E-Fels, dann können, von Wasserdruck herrührend, überhaupt nur mehr Druckspannungen im Auskleidungsring auftreten. Man könnte nun meinen, daß die voraussetzungsgemäß infolge des Ausbruches bestehende Tendenz des Gebirges zu Zugspannungen oder sogar zu Rissen (siehe 1. Versuchsanordnung) sich auch auf das Material des Ringes weiter erstrecken muß, weil dasselbe bei gleichem E dem Fels verwandt, bei kleinerem E dieser Weitererstreckung sogar noch günstiger wäre. Diese Möglichkeit kann aber nicht eintreten, weil der Ring ein mit dem Fels organisch nicht zusammenhängendes, also selbständiges, statisches Gebilde darstellt, welches spannungslos hergestellt und abgeschlossen wurde. Jede Annäherung der in der 1. Versuchsanordnung dargestellten Lamellen gegen den Mittelpunkt stellt daher eine Außenbelastung dieses vorerst spannungslosen Gebildes dar, weshalb es stets Druckspannungen erhalten muß.

Aus obigen beiden Extremfällen a) und b), zwischen welchen alle vorkommenden Möglichkeiten liegen müssen, resultiert folgender wichtige

Grundsatz II:

In schlechtem, höher elastischem, dafür weniger druckfestem Gestein hat aus Sicherheitsgründen prinzipiell eine Auskleidung zu erfolgen, deren Elastizitätsmodul gleich oder kleiner ist als jener des Gesteins, weil dadurch bei jedem beliebigen Innendruck jede Rissebildung in der Auskleidung ausgeschlossen wird. Ist infolge schlechten Gebirges und deshalb herrschenden starken Gebirgsdruckes und schwerer Zimmerung die Herstellung und satte Anlagerung des Auskleidungsringes eine sehr unverläßliche, sodaß die Vorteile des gleichen oder kleineren Elastizitätsmodul des Ringes, (tangentiale Druckspannungen) verloren gehen, weil der Ring nicht anliegt, also trotzdem Zugspannungen infolge des Innendruckes erhält, dann wählt man besser einen üblich gemauerten Ring aus festerem Baustein, (z. B. mit höherem E als das Gestein) als „Rohmantel". Dieser hat die Zufälligkeiten des schlechten Gesteins aufzufangen. Innerhalb desselben ist an jenen Strecken, in welchen der Wasserdruck über ein gewisses Maß hinausgeht, bezw. die Unverläßlichkeit des Rohmantels sicher feststeht, aus Gründen der Wasserdichtheit ein „Feinmantel" einzulegen, welcher imstande ist, dem Wasserdruck bei Einsetzung viel höherer zulässiger Höchstspannungen des Materiales, als sonst üblich ist, allein aufzunehmen. Die Herstellung dieses Feinmantels wird infolge des von allen Zimmerungen dann bereits freigemachten Stollenprofiles innerhalb des Rohmantels in solidester und raschester Weise erfolgen können, während die schwierige Herstellung des äußeren Rohmantels von keinerlei Rücksichten auf Wasserdichtheit und besonders gutes Anliegen erschwert wird.

VI. Schlusswort.

1. Die durchgeführten Untersuchungen weisen nach, daß die bisherige Berechnung der Druckstollen nach der Methode Dr. Mühlhofer u. J. Büchi unhaltbar ist, weil im Fels infolge des Wasserdruckes von innen, niemals Zugspannungen, sondern überhaupt nur Druckspannungen entstehen können. Desgleichen treten auch in den Betonauskleidungen der Druckstollen Zugspannungen nur in jenen Fällen auf, in welchen der Elastizitätsmodul des Betons (zirka 200.000 kg/cm²) größer ist, als jener des Gesteins, was für gewisse Kalksteine, bis zu den Sandsteinen herab, gilt.

2. Demgemäß sind auch die dem Bau von ungepanzerten Druckstollen und -Schächten seitens der oben zitierten Methode gezogenen Einschränkungen, welche aus den ja sehr geringen Zugfestigkeiten der Gesteine und des Betons abgeleitet wurden, völlig unhaltbar. Das Anwendungsgebiet der Druckstollen ist daher theoretisch unbegrenzt.

3. Der rechnerische Nachweis von überschrittenen Beton-Zugspannungen in den Auskleidungsringen der von Katastrophen heimgesuchten Druckstollen, bzw. Druckschächten des Ritomwerkes, Biaschinawerkes und Sand-Creek-Dükers, welcher die eingangs zitierte Theorie scheinbar bestätigt, ist nach den Erkenntnissen der vorliegenden Abhandlung durch folgende Erwägungen zu ersetzen: Entweder lag der Beton nicht satt am Gebirge an (z. B. schlechte Arbeit, schwindender Zement), dann ist das Zerreißen ohne weiteres klar und die Fälle liegen gar nicht im Rayon der Theorie, welche das Sattanliegen zur Voraussetzung macht. Oder der Beton lag satt an (z. B. beste Arbeit, normaler Zement), dann traten in den Betonringen der zitierten Bruchstelle überhaupt nur tangentiale Druckspannungen auf, da in allen Fällen das umgebende Gebirge Granit ist, mit einem E = 300,000–400,000 kg/cm², also größer als E-Beton. Die Resultate der neuen Druckstollentheorie sprechen die überraschende Wahrscheinlichkeit aus, daß die aufgetretenen, hohen, tangentialen Druckspannungen in dem im Verhältnis zu den hohen Wasserdrücken sehr schwachen Beton-Ringen möglicherweise die zulässigen Druckspannungen der mageren Betonmischungen (in einem Falle 1:6 bei 30 cm Wandstärke und 140 m Wasserdruck!) überschritten haben, wodurch lokale Gefügestörungen im Beton, vielleicht unterstützt von lokalen Herstellungsfehlern, wie ausgeronnener Zement oder schlechte Mischung, hervorgerufen wurden, welche einen lokalen, oder in diesem Falle auch an mehreren Stellen möglichen, Wasseraustritt bei Beachtung des hohen Wasserdruckes erklärlich machen können. Bestehende Klüfte und Lassen im Gebirge, denen vielleicht zu wenig Beachtung geschenkt wurde, traten durch ihre Saugwirkung an den Bruchstellen noch begünstigend hinzu, um die durch Druckfestigkeitsüberschreitung des Betons primär verursachte Katastrophe zu beschleunigen.

4. Die mathematische Behandlung des durch vorliegende Abhandlung auf rein empirischem Wege gelösten Problemes bestätigt die gewonnenen Erkenntnisse, und wird unter dem Titel „Die Theorie der Druckstollen" in nächster Zeit erscheinen.

Digitized by Google

Die Verleihung von Wasserbenutzungsrechten.

Von Dr. Werneburg, Berlin-Schöneberg.

Nach der Vorschrift des § 46 des preußischen Wassergesetzes können durch Verleihung an Wasserläufen folgende Rechte erworben werden: 1. Das Recht, den Wasserlauf in einer der im § 40 Absatz 2 WG. bezeichneten Arten zu benutzen, wobei letzteres bedeutet, das Wasser zu gebrauchen und zu verbrauchen, namentlich auch es oberirdisch oder unterirdisch, unmittelbar oder mittelbar abzuleiten. Wasser oder andere flüssige Stoffe oberirdisch oder unterirdisch, unmittelbar oder mittelbar einzuleiten, den Wasserspiegel zu senken oder zu heben, namentlich durch Hemmung des Wasserlaufes eine dauernde Ansammlung von Wasser herbeizuführen. 2. Das Recht, Höhen- und Stichkanäle anzulegen, letztere, soweit sie nicht selbständige Wasserstraßen bilden. 3. Anliegestellen mit baulichen Vorrichtungen von größerer Bedeutung herzustellen. 4. Kommunale oder gemeinnützige Badeanstalten anzulegen.

Eine Verleihung wird nicht erteilt, wenn sich diese Rechte aus anderen gesetzlichen Vorschriften ergeben, oder wenn die Benutzung nach den Vorschriften über den Gemeinverbrauch gestattet ist (§ 46 Absatz 2 WG.); letztere Vorschrift entspricht eben der Natur der Sache, daß es einer Verleihung des Rechtes nicht mehr bedarf, wenn das Recht der in Frage kommenden Person bereits aus anderen gesetzlichen Vorschriften zusteht oder sich aus dem Recht des Gemeingebrauches ohne weiteres von selbst ergibt. In ersterer Hinsicht kommt zunächst die Bestimmung des § 379 WG. in Betracht, daß die bei dem Inkrafttreten des WG. (7. 4. 1915) bestehenden Wasserbenutzungsrechte aufrecht erhalten bleiben, soweit sie auf einem besonderen Titel beruhen; liegt also ein derartiges, auf einem besonderen Titel beruhendes und bei dem Inkrafttreten des WG. bereits bestehendes Recht vor, so bedarf es nicht noch einer besonderen Verleihung des Rechtes, weil eben dem Berechtigten schon hiernach das Recht zusteht und eine besondere nochmalige Verleihung überflüssig und sinnlos wäre (handelt es sich um das Recht, einen Wasserlauf in einer der im § 46 WG. bezeichneten Weise zu benutzen, so ist jedoch die Eintragung des Rechtes im Wasserbuch zu veranlassen, andernfalls das Recht mit dem Ablaufe von zehn Jahren zum erlöschen kommt). Ferner bedarf gemäß § 155 Absatz 3 WG. der Ausbauberechtigte zum Ausbau keiner Verleihung, ebensowenig wie die Verleihung in den Fällen erforderlich ist, in denen es sich um die Beschaffung oder Verbesserung der Vorflut in einem Wasserlaufe handelt. § 351 Abs. 1, ferner bei dem bergrechtlichen Enteignungsverfahren, § 396 WG. Bemerkenswert ist hierbei ferner noch das Eingreifen der Verleihung in den Fällen des § 40 WG., d. h. also in den Fällen, in denen dem Eigentümer als solchen das Recht zusteht, den Wasserlauf zu benutzen. Bei diesem an sich und grundsätzlich unbeschränkten Recht des Eigentümers des Wasserlaufes zu dessen Benutzung, insbesondere dem Recht zur Ziehung der Nutzungen des Wasserlaufes, sind aber von dem Wassergesetz Beschränkungen dieses grundsätzlichen Rechtes des Eigentümers vorgesehen und bestimmt worden, die sich im einzelnen aus den Bestimmungen der §§ 41—45 WG. ergeben. So darf z. B. gemäß § 41 WG. durch das Benutzungsrecht des Eigentümers des Wasserlaufes nicht die Vorflut verändert oder das Wasser verunreinigt oder der Wasserstand nicht derartig verändert werden, daß andere in der Ausübung ihrer Rechte an dem Wasserlaufe beeinträchtigt oder fremde Grundstücke beschädigt werden (usw.), so muß er den Weg des Verleihungsverfahrens beschreiten, um diese von ihm gewünschte Ausdehnung seines Benutzungsrechtes (über die Schranken des § 41 WG. hinaus) zu erlassen. Führt der Eigentümer diese Veränderung des Wasserlaufes aus, ohne daß ihm dieses Recht im Wege des Verleihungsverfahrens übertragen worden ist, so ist die Wasserpolizeibehörde befugt, eine derartige Benutzung des Wasserlaufes zu beschränken, § 21 WG., d. h. also mit anderen Worten, von dem Eigentümer die Wiederherstellung des früheren Zustandes des Wasserlaufes zu verlangen, wobei selbstverständlich den hierdurch geschädigten Anliegern die Geltendmachung aller ihrer Schadensersatzansprüche gegen den Eigentümer des Wasserlaufes offen steht. Gemäß § 45 Abs. 2 WG. sind ferner z. B. die Anlieger zum Rückstau des ihnen nach § 8 WG. gehörenden Wasserlaufes über die Grenzen ihrer Ufergrundstücke hinaus nicht befugt; wollen sie demgegenüber trotzdem einen derartigen Rückstau des Wasserlaufes vornehmen, so müssen sie den Weg des Verleihungsverfahrens beschreiten, andernfalls sie ebenfalls ein Einschreiten der Wasserpolizeibehörde, Verbot bezw. Gebot zur Wiederherstellung des früheren Zustandes zu gewärtigen haben, desgleichen zivilrechtliche Schadensersatzansprüche von eventuell hierdurch geschädigten Grundeigentümern.

Eine Verleihung wird ferner nicht erteilt, wenn die Benutzung nach den Vorschriften über den Gemeinverbrauch gestattet ist. Hierzu ist die Bestimmung des § 25 WG. heranzuziehen; nach dieser Vorschrift kann bei natürlichen Wasserläufen erster Ordnung diese jedermann zum Baden, Waschen, Schöpfen mit Handgefäßen, Viehtränken, Schwemmen, Kahnfahren und Eislaufen sowie zur Entnahme von Wasser und Eis für die eigene Haushaltung und Wirtschaft benutzen, wenn dadurch andere nicht benachteiligt werden. Mit derselben Beschränkung ist jedem gestattet, in die natürlichen Wasserläufe erster Ordnung Wasser sowie die in der Haushaltung und Wirtschaft entstehenden Abwässer einzuleiten. Hierunter fällt jedoch nicht die Einleitung von Abwässern mittels gemeinsamer Anlagen; dieses Recht muß demnach durch Verleihung erworben werden (vgl. im übrigen noch Abs. 2 und 3 des § 25 WG.). In diesen Fällen des Gemeingebrauches bedarf es daher einer besonderen Verleihung nicht, weil eben das Recht schon ohne Verleihung von dem Gesetz selbst gewährt worden ist, also nicht nochmals verliehen zu werden braucht (vgl. jedoch die bezeichnete Ausnahme bei Einleitung von Abwässern mittels gemeinsamer Anlagen).

Auf Antrag kann — bei Notwendigkeit des Verleihungsverfahrens — die Verleihung auf Antrag in der Weise erteilt werden, daß das Recht mit dem Eigentum an einem Grundstück verbunden wird; wie die Begründung des Gesetzes (S. 91) zutreffend annimmt, kann nämlich in manchen Fällen die Verbindung des zu verleihenden Rechtes mit dem Eigentum an einem Grundstück für den Unternehmer von besonderem Werte sein, so namentlich in den Fällen der Bewässerung und Entwässerung des Grundstücks, wodurch naturgemäß im Falle der Verleihung gleichzeitig eine den Umständen nach beträchtliche Wertsteigerung des Grundstücks sich ergeben kann.

Die Verleihung darf grundsätzlich nach § 47 WG. nur aus den in dem Wassergesetz bezeichneten Gründen versagt werden. Versagungsgrund ist zunächst der Fall, daß es sich um die Gewährung anderer Rechte handelt, als wie sie in der vorerwähnten Bestimmung des § 46 WG. aufgezählt worden sind (praktisch allerdings weniger in Betracht kommende Fälle, da der Kreis der im § 46 WG. bezeichneten Rechte ein erschöpfender für die vorkommenden Fälle ist); ferner ist die Verleihung, wie bereits oben ausgeführt wurde, zu versagen, wenn die Berechtigung des Antragstellers sich bereits aus dem WG. oder dem Gemeingebrauchsrecht von selbst ergibt. Die Verleihung darf ferner gemäß § 48 WG. nur für ein Unternehmen erteilt werden, dem ein bestimmter Plan zugrunde liegt; liegt diese Voraussetzung nicht vor, so ist die Verleihung ebenfalls zu versagen. Ebenso sind gemäß § 65 WG. dem Antrag auf Verleihung die erforderlichen Zeichnungen und Erläuterungen beizufügen, andernfalls die Ver-

Digitized by Google

leihung ebenfalls zu versagen ist. Die Verleihung ist ferner gemäß § 49 WG. zu versagen, wenn der beabsichtigten Benutzung des Wasserlaufes überwiegende Rücksichten des öffentlichen Wohles entgegenstehen oder nur unter den Bedingungen zu erteilen, durch welche diese Rücksichten gewahrt werden (solche Rücksichten sind insbesondere auch dann für gegeben zu erachten, wenn ein in Angriff genommener oder in Aussicht stehender Ausbau des Wasserlaufes durch die beabsichtigte Benutzung gehindert oder wesentlich erschwert werden würde). Bei Seen, aus denen nur natürliche Wasserläufe zweiter und dritter Ordnung abfließen, sowie bei künstlichen Wasserläufen und bei den durch Talsperren gebildeten Sammelbecken ist die Verleihung ferner zu versagen, wenn der Eigentümer des Sees oder des künstlichen Wasserlaufes oder der Unternehmer der Talsperre der Verleihung widerspricht. Widerspricht bei natürlichen Wasserläufen zweiter oder dritter Ordnung die Wasserpolizeibehörde der Verleihung, weil durch die Ausübung des verliehenen Rechtes die Wirkung einer aus Gründen des öffentlichen Wohles errichteten Talsperre wesentlich beeinträchtigt werden würde, so darf die Verleihung nur mit Zustimmung des Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten oder unter den von ihm im öffentlichen Interesse gestellten besonderen Bedingungen erteilt werden. Widerspricht bei natürlichen Wasserläufen erster Ordnung die Wasserpolizeibehörde der Verleihung, weil der beabsichtigten Benutzung überwiegende Rücksichten des öffentlichen Wohles entgegenstehen, so darf die Verleihung nur mit Zustimmung der Minister für Handel und Gewerbe und der öffentlichen Arbeiten oder unter den von ihnen aus solchen Rücksichten gestellten Bedingungen erfolgen. Eine bedingte Verleihung findet ferner dann statt, wenn nachteilige Wirkungen bevorstehen, § 50 WG., sind nämlich von der beabsichtigten Benutzung des Wasserlaufes nachteilige Wirkungen zu erwarten, durch die das Recht eines anderen beeinträchtigt werden würde, und lassen sie sich durch Einrichtungen verhüten, die mit dem Unternehmen vereinbar und wirtschaftlich gerechtfertigt sind, so ist die Verleihung nur unter der Bedingung zu erteilen, dass der Unternehmer diese Einrichtungen trifft. Auch ist ihm deren Unterhaltung aufzuerlegen, soweit diese Unterhaltungslast über den Umfang seiner bestehenden Verpflichtung zur Unterhaltung vorhandener, demselben Zweck dienender Einrichtungen hinausgeht. Sind solche Einrichtungen nicht möglich, so ist die Verleihung zu versagen, wenn derjenige, der von der nachteiligen Wirkung betroffen würde, der Verleihung widerspricht (als nachteilige Wirkung gilt nicht die Veränderung des Grundwasserstandes, wenn sie durch die Einleitung von Wasser oder durch Senkung des Wasserspiegels zum Zwecke der gewöhnlichen Bodenentwässerung von Grundstücken bewirkt wird, für die der Wasserlauf der natürliche Vorfluter ist). Die Verleihung ist jedoch anderseits nicht zu versagen, wenn einerseits das Unternehmen anders nicht zweckmäßig oder doch nur mit erheblichen Mehrkosten durchgeführt werden kann, anderseits der daraus zu erwartende Nutzen den Schaden des Widersprechenden erheblich übersteigt und wenn diesem ein auf besonderem Titel beruhendes Recht zur Benutzung des Wasserlaufes zusteht, außerdem Gründe des öffentlichen Wohles vorliegen (§ 50 WG.).

Auf Anweisung des zuständigen Ministers ist ferner die Verleihung zu versagen, wenn sie von einem Unternehmer, der nicht die deutsche Reichsangehörigkeit besitzt, oder von einer Erwerbsgesellschaft nachgesucht wird, die ihre Hauptniederlassung nicht im Deutschen Reiche hat.

Nach Holtz-Kreutz (Kom. z. WG. § 47 Anm. 1) ist schließlich aus § 69 Abs. 1 Satz 2 WG. zu entnehmen, daß die Verleihung auch dann zu versagen ist, wenn die beabsichtigte Benutzung des Wasserlaufes den allgemein gültigen und auch von dem Unternehmer zu beobachtenden polizeilichen Vorschriften nicht entspricht und die polizeilichen Bedenken nicht durch eine Änderung des Planes oder Auferlegung von Bedingungen behoben werden können, obwohl es an einer ausdrücklichen Bestimmung in dieser Beziehung fehle. Dieser Auffassung ist m. E. beizustimmen. Denn gemäß § 69 WG. hat die Verleihungsbehörde von Amts wegen zu prüfen, ob die gesetzlichen Voraussetzungen für die Verleihung vorliegen. Sie hat ferner an Stelle der sonst zuständigen Polizeibehörden zu prüfen, ob die beabsichtigte Benutzung des Wasserlaufes den polizeilichen Vorschriften entspricht. Die Wasserpolizeibehörde und die sonst zur Wahrnehmung öffentlicher Interessen beteiligten Behörden sollen gehört werden. (Ist von einem Bergwerksbesitzer ein Antrag auf Verleihung gestellt, oder hat ein anderer eine Verleihung in einem Gebiet nachgesucht, in dem Bergbau umgeht, so ist die zuständige Bergbehörde in dem Verfahren zu hören.)

Die Verleihung kann nach § 47 Abs. 2 WG. dauernd oder auf Zeit erteilt werden. Damit sei vermieden, so wird in der Begründung zu dieser Vorschrift ausgeführt, die Verleihung auf Zeit als Regel hinzustellen, da die in einer solchen Vorschrift für die Verleihungsbehörde liegende Anweisung dazu führen würde, daß die Verleihungsbehörde in Zweifelsfällen sich stets für die zeitliche Verleihung entscheiden würde. So viel Gründe auch dafür sprächen, die Ausnützung der Wasserkräfte nicht dauernd festzulegen, weil sonst damit, wie die Erfahrung bei den zahlreichen Mühlenprivilegien der vergangenen Jahrhunderte gezeigt haben, die weitere wasserwirtschaftliche Entwicklung leicht unterbunden werden könnte, so erhebliche Bedenken ständen doch entgegen, im Gesetz diesen Grundsatz auszusprechen. Denn damit würden der Finanzierung mancher wasserwirtschaftlicher Unternehmungen, die einen großen Kostenaufwand erfordern, unüberwindliche Schwierigkeiten bereitet, und es würde namentlich die gedeihliche Weiterentwicklung der auf Benutzung der Wasserläufe vielfach angewiesenen Gewerbe erschwert werden. Der Unterschied der Betriebskosten bei einer mit Wasserkraft betriebenen Fabrik oder sonstigen Anlage sei z. B. in den meisten Fällen nicht so groß, daß dem Unternehmen, wenn noch ein wirtschaftlicher Vorteil durch die Benutzung des Wassers im Vergleiche zur Benutzung einer anderen Betriebskraft herausspringen solle, beliebig Lasten auferlegt werden könnten. Eine solche Last würde aber häufig das Unternehmen treffen, wenn man es ohne Würdigung der voraussichtlichen Ertragsverhältnisse zwingen wollte, das Anlagekapital in einer bestimmten Zeit zu tilgen.

Falls von der beabsichtigten Benutzung eine Verunreinigung des Wasserlaufes zu erwarten ist, so darf nach § 47 Abs. 5 WG. die Verleihung nur unter Vorbehalt erhöhter Anforderungen in bezug auf Reinigung der Abwässer erteilt werden. Dieser Vorbehalt muß also dementsprechend in dem Verleihungsbeschluß selbst aufgenommen werden, falls von der beabsichtigten Benutzung des Wasserlaufes eine Verunreinigung desselben zu erwarten ist. Jedoch hat die Unterlassung eines derartigen Vorbehaltes für den von der Verunreinigung Betroffenen um deswillen keine besondere Bedeutung, weil zu seinen Gunsten dann immer noch die Bestimmung des § 82 WG. eingreifen kann. Allerdings kann nach dieser Bestimmung wegen nachteiliger Ausübung des verliehenen Rechtes der davon Betroffene nicht die Unterlassung der Ausübung oder die Beseitigung einer auf Grund des verliehenen Rechtes errichteten Anlage verlangen. Wohl aber kann er (gemäß den §§ 50–55) fordern, daß Einrichtungen hergestellt und unterhalten werden, welche die nachteilige Wirkung (Verunreinigung des Wasserlaufes) ausschließen, und kann, wo solche Einrichtungen mit dem Unternehmen nicht vereinbar sind, Entschädigung verlangen. Dadurch ist der von der Verunreinigung des Wasserlaufes Betroffene gegen Schädigung hierdurch hinreichend geschützt, selbst wenn es an einem ausdrücklichen Vorbehalt in dem Verleihungsbeschluß fehlt.

Wird die Verleihung auf Zeit erteilt, so kann der Unternehmer die Verlängerung der Verleihung mit

Digitized by Google

den inzwischen erforderlich gewordenen Veränderungen nach § 47 Abs. 4 beanspruchen, soweit nicht überwiegende Rücksichten des öffentlichen Wohles oder Rücksichten von überwiegender wirtschaftlicher Bedeutung entgegenstehen. Der Schwerpunkt dieser Bestimmung liegt auf dem Wort „beanspruchen", womit zum Ausdruck gebracht werden sollte, daß der Unternehmer an sich einen Rechtsanspruch auf Verlängerung der Verleihung hat, dem nur aus ganz bestimmten Gründen, nämlich den von dem Gesetz aufgezählten beiden Gründen — überwiegende Interessen des öffentlichen Wohles oder überwiegender wirtschaftlicher Bedeutung — nicht stattgegeben werden kann. Nach Holtz-Kreutz (§ 47 Anm. 6) ist jedoch diese Absicht nur unvollkommen erreicht worden, „denn einmal kann es keinem Zweifel unterliegen", so führen sie in dieser Hinsicht aus, „daß, wenn hier auch nur von einer Verlängerung der Verleihung die Rede ist, doch ein vollständig neues Verleihungsverfahren nach den §§ 64 ff. eingeleitet werden muß, in welchem Widersprüche und Entschädigungsansprüche geltend gemacht werden können und eine erneute Prüfung nach § 69 stattzufinden hat." Dieser Auffassung kann aber m. E. keineswegs beigestimmt werden, daß ein vollständig neues Verleihungsverfahren einzuleiten ist, da das Gesetz für diese Auffassung nicht nur keine Stütze bietet, sondern dem geradezu widerspricht; denn nach der wörtlichen Bestimmung des Absatzes 4 des § 47 WG. kann der Unternehmer doch die Verlängerung der Verleihung beanspruchen, sodaß also der ursprüngliche Verleihungsbeschluß an sich vollkommen bestehen bleibt und lediglich die daselbst bezeichnete Zeitspanne eine Veränderung erfährt, nämlich verlängert wird. Bei dem Antrage auf Verlängerung der Verleihung ist also von dem Unternehmer der ursprüngliche Verleihungsbeschluß der Verleihungsbehörde vorzulegen, die dann lediglich zu prüfen hat, ob dem Antrage überwiegende Rücksichten des öffentlichen Wohles oder Rücksichten von überwiegender wirtschaftlicher Bedeutung entgegenstehen. Die anderweitige Ansicht von Holtz-Kreutz ist demnach als unbegründet abzulehnen, zumal sie auch praktisch als unverwendbar zu bezeichnen ist. Im übrigen ist der praktische Vorteil des § 47 WG. der, daß das Recht, in bezug auf welches die Verlängerung der Verleihung beantragt ist, als das der Zeit nach ältere Recht nach dem Grundsatze prior tempore potior jure allen später entstandenen, also jüngeren Rechten, unbedingt vorzugehen hat, sodaß also wegen Beeinträchtigung solcher Rechte weder der Verlängerung der Verleihung widersprochen, noch Entschädigung verlangt werden kann.

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Ausbau der Wasserkräfte Nordmährens. Der Ausbau der Wasserkräfte in der Tschechoslowakischen Republik geht nur schrittweise vor sich, da die Kohlennot, durch das reiche Kohlenvorkommen, nicht das Ausmaß angenommen hat, wie es in den Nachbarländern der Fall ist. Die Preisdifferenz der aus Wasser und Kohle erzeugten Energie entscheidet zwar zugunsten der hydroelektrischen Energie, doch sind die Erstehungskosten der Wasserkraftwerke, gegenüber der Dampfkraftwerke groß, und die Kapitalsbeschaffung in der heutigen Zeit schwer. Man nimmt lieber die fortlaufende Ausgabe für Betriebskohlen in Kauf, bevor man zum Ausbau der Wasserkraft schreitet. Der Ausbau der wenigen vorhandenen Großwasserkräfte soll schrittweise vor sich gehen, dem steigenden Bedarf an Energie angepaßt. Letzteres steht mit der Elektrisierung der Fabriken und mit dem Anschluß aller mit Dampfkraft und Rohöl arbeitenden Elektrizitätserzeugungsstätten, vor allem der Werke mit Kolbendampfmaschinen, in Einklang.

Als eine der ersten auszubauenden Wasserkraftanlagen beabsichtigt der mährische Landesausschuß im Vereine mit den Nordmährischen Elektrizitätswerken A.-G., welch letztere schon heute über ein Hochspannungsnetz von 250 km verfügt, eine Wasserkraftanlage in der Stillen Teß bei Winkeldorf-Reutenhau, zur Ausführung zu bringen.

Das Einzugsgebiet der Stillen Teß an der Wehrstelle ist 31 km². Die Lage des Einzugsgebietes zum größten Teil über 1000 m über N. N. Die noch an 210 Tagen des Jahres andauernde sekundliche Wassermenge wurde im siebenjährigen Mittel mit 550 sek/l festgestellt. Das jemals beobachtete Minimum ist ca. 200 l/sek. Der Staudamm, der ein Tages- und Wochenausgleichsbecken bilden soll, mit einer Wasserfassung von 50 bis 120 000 m³, ragt ca. 10 m über heutige Talsohle. Er besteht aus teilweise geschüttetem Material, teilweise aus Trockenmauerwerk mit einem mehr als 1 m starken Betonverputz an der Wasserseite, der im gewachsenen Felsen fundiert werden soll, das absolute Dichthalten des Dammes gewährleistet.

Die Oberwasserleitung besteht aus einem Betonrohr von 3900 m Länge, das, ins Gelände eingeschnitten, sich dem Hange anpaßt. Der lichte Durchmesser ist 1160 mm, das Sohlgefälle 1‰. Die Leistungsfähigkeit des Rohres ist 1.7 m³/sek. bei 1.7 m Wassergeschwindigkeit. Das anschließende Wasserschloß ist als Rundbehälter mit Steigschacht ohne Überreich ausgebildet und so bemessen, daß bei plötzlichem Anlauf mehrerer Turbinen genug Momentreserve vorhanden ist, bis der Wasserfaden in der langen Druckrohrleitung die nötige Beschleunigung erreicht hat, resp. bei Abstellung oder plötzlicher Entlastung das Wasser im Steigschacht aufpuffern kann, ohne unzulässige Überdrucke in der Rohrleitung zu verursachen.

Die Druckrohrleitung besitzt eine Länge von 300 m und besteht im oberen Teil aus armiertem Betonrohr, im unteren Teil aus Stahlblechrohr. Das Gefälle ist 120 bis 130 m. Zur Aufstellung gelangen Francisspiralturbinen, direkt gekuppelt mit Drehstromerzeugern mit den Leistungen an den Generatorklemmen: 300, 600 und 600 KW. Die Höchstleistung des Werkes also 1500 KW. Die mittlere Jahresleistung der Zentrale ist 460 KW, die Jahresleistung rund 4 Mill. KW-Stunden.

Unterhalb der Zentrale ist ein Ausgleichsweiher angeordnet mit einem Fassungsvermögen von 20 000 m³, zum Zwecke der gleichmäßigen Verteilung des Betriebswassers an die Unterlieger.

Die Bauzeit des Werkes ist mit einem Jahre ermittelt worden. Von der Lage des Werkes in der Nähe der schlesischen Grenze verspricht man sich mit Zuführung billiger Energie große wirtschaftliche Erfolge. Von ganz besonderem Vorteil ist die Speicherfähigkeit des Werkes, die das nahegelegene nichtspeicherfähige Werk Wiesenberg und die schon ausgebauten Zentralen der Nordmährischen Elektrizitätswerke, die Neumühle bei Littau und die Hainmühle bei Müglitz, mit denen das Winkelsdorfer Werk parallel arbeiten soll, vorteilhaft ergänzen wird. Der Bau des Werkes selbst wird der durch die Industriekrise verarmten Bevölkerung des Teßtales ein neuwillkommenes Betätigungsfeld und Übergangserwerb bieten. Es ist zu hoffen, wenn die Geldbeschaffung nicht auf unvermutete Schwierigkeiten stoßen sollte, daß mit den Bauarbeiten noch im heurigen Frühjahre begonnen wird.

Schwedens Reichtum an weißer Kohle. Der große Bericht, den der schwedische Elektrisierungsausschuß Anfang 1923 vorzulegen gedenkt, wird den Nachweis erbringen, daß Schweden ungeheure Wasserkräfte besitzt. Es ist zwar richtig, daß das allermeiste in Norrland liegt, aber es bestehen doch keine Schwierigkeiten, über das ganze Land hin eine vollständige Elektrisierung durchzuführen. Die Kraftvorräte werden zu 30 bis 35 Milliarden Kilowattstunden berechnet, während der Kraftbedarf in etwa 20 Jahren zu 6 Millionen Kilowattstunden angegeben wird,

Digitized by Google

Lagerliste ab 15. März 1923.

I. Neue Drehstrom-Motore mit Kurzschluss-Anker und Kupferwicklung

St.	PS.	Volt	Touren	Fabrikat	Nähere Bezeichnung	Netto-Preise
1	1	220/380	1450	Heidenau	ohne Sterndr.-Schalter . .	380 000.—
2	2	220/380	1450	Bergmann	„ „ „ . .	520 000.—
2	3	190/330	1450	BEW Nürnberg	„ „ „ . .	600 000.—
2	3	220/380	1450	„ „	„ „ „ . .	600 000 —

II. Neue Drehstrom-Motore mit Schleifring-Anker und Kupferwicklung.

1	3	220/380	1450	R.G. & Sch.	mit Anlasser	940 000.—
1	3	220/380	1450	Ziehl-Abegg	„ „	940 000.—
1	3	220/380	1450	SSW	„ „	990 000 —
5	3,06	220/380	1450	Bergmann	„ „	990 000.—
1	4	220/380	1450	NEW	„ „	1,105 000.—
3	4	220/380	1450	Ziehl-Abegg	„ „	1,105 000.—
2	4,08	220/380	1450	Bergmann	„ „	1,105 000.—
1	6,1	110/190	1450	Heidenau	„ „	1,716 000.—
2	6,1	220/380	1450	„	„ „	1,716 000.—
1	10	220/380	1450	Bergmann BAV	„ „	2,358 000.—
1	10	220/380	1450	Pöge „	„ „	2,358 000 —
1	10	120/210	1450	„ „	„ „	2,358 000 —
1	12,5	115/200	1450	„ „	„ „	3,064 000.—
1	12,5	220/380	1450	Ziehl-Abegg „	„ „	3,200 000.—
1	12,5	220/380	950	Bergmann „	„ „	3,774 000.—
1	15	220/380	1450	Heidenau „	„ „	3,450 000.—
1	15	220/380	1450	Pöge „	„ „	3,450 000.—
1	15	220/380	950	Bergmann „	„ „	4,232 000.—
1	15	220/380	750	Maffei-Schw. „	„ „	5,042 000.—
1	20	220/380	950	Bergmann „	„ „	5,103 000.—
1	25	220/380	950	„ „	„ „	5,913 000.—
1	40	220/380	950	„ „	„ „	7,800 000.—

III. Neue Gleichstrom-Nebenschluss-Motore mit Kupferwicklung.

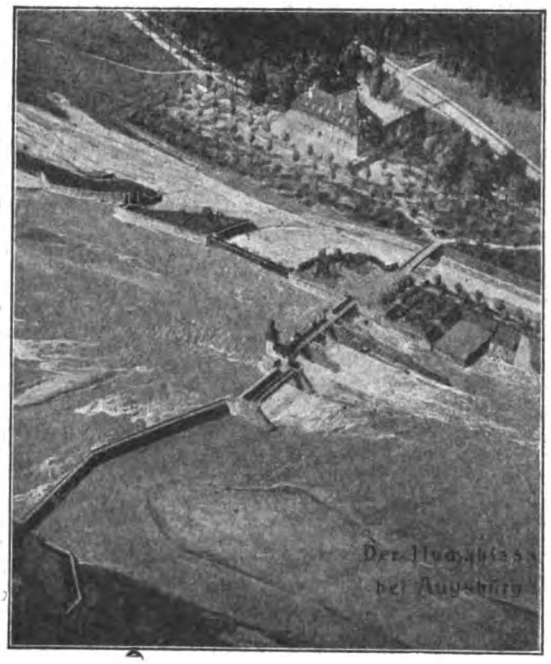
1	5	440	1550	Sachsenwerk	mit Anlasser	1.420 000.—

Lieferungsbedingungen: Die Preise verstehen sich rein netto Kasse, zahlbar bei Empfangnahme. Für Verpackung berechnen wir: 1½ % für Stollenverpackung, 2 % für Verschlagverpackung, 3 % für Kistenverpackung. Der Versand erfolgt auf Rechnung und Gefahr des Bestellers. Zwischenverkauf vorbehalten. Im übrigen zu unseren allgemeinen Lieferungsbedingungen.

ELEKTROMOTOR MÜNCHEN G.M.B.H.

Lindwurmstr. 70a **Telefon N. 73671**

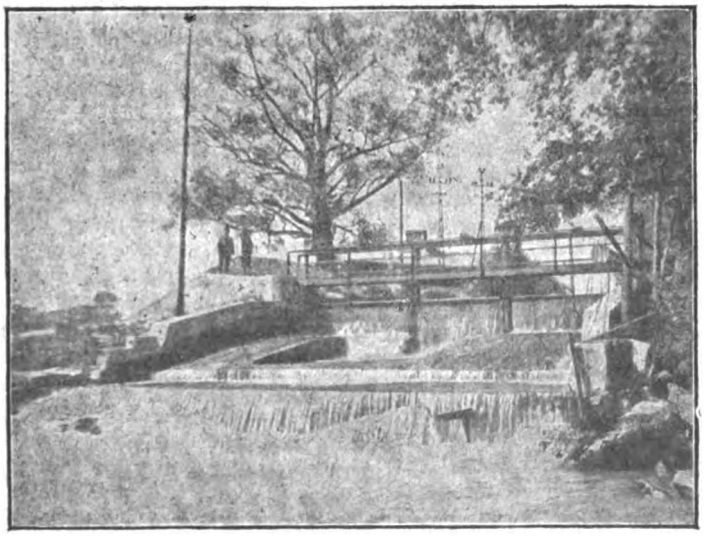
Digitized by Google



Hochablaß bei Augsburg.

Edwards & Hummel Alfred Kunz
Bau-Unternehmung
MÜNCHEN
Entwurf und Ausführung von
Wasserkraft-Anlagen
Beton- und Eisenbeton-Bauten

98/254



Gießereien, Eisenkonstruktionswerk und Maschinen-Fabrik
F. S. KUSTERMANN
G.m.b.H. **MÜNCHEN**
Rosenheimerstraße 120

Schleusen, Torschleusen, Rechen, Wehranlagen
bis zu den größten Abmessungen.

316

Bauunternehmung
Ing. H. PETERS G.m.b.H.
Fernruf: 57307, 53827. 42473 (Wohnung).
MÜNCHEN Sofienstr. 3/0
Drahtanschrift: „Petersbauten"
Baggereibetriebe — Bergwerksanlagen — Brücken
Eisenbahnbauten — Erdbewegungen — Schächte
Stollen — Talsperren — Tunnel- und Wasserbauten
Komplette Wasserkraftanlagen

228

Digitized by Google

also ein höchst ansehnlicher Kraftüberschuß. Der Bedarf des flachen Landes (ausgenommen die Industrie) ist klein im Verhältnis zu dem der Städte und stellt nicht einmal ein Zehntel des ganzen Kraftbedarfes dar. Der Bedarf der Städte (hier sind indes die Industrien miteingerechnet) wird zu ungefähr 15 Prozent des ganzen berechnet. Die unvergleichlich größte Kraftmenge schluckt die Großindustrie des flachen Landes, deren Bedarf auf etwa 50 Prozent des ganzen geschätzt wird. Bei diesen Berechnungen ist keine Rücksicht auf den Bedarf der elektrothermischen und elektrochemischen Industrie genommen.

Von der Kraftmenge, die die Großindustrie des flachen Landes augenblicklich braucht, werden 60 bis 65 Prozent auf die Holzmasse- und Papierindustrie, 7½ Prozent auf die Sägewerksindustrie, 20 Prozent auf die Eisen- und Grubenindustrie, 7½ Prozent auf verschiedene Industrien und 2 Prozent auf die Textilindustrie gerechnet. Die letztere Industrie ist bekanntlich hauptsächlich in die Städte verlegt.

Der Kraftbedarf der Eisenbahnen wird auf 15 Prozent des gesamten Kraftbedarfes des Landes geschätzt.

Der gegenwärtige Gesamtkraftbedarf im Lande (abgesehen von der elektrothermischen und chemischen Industrie) wird auf etwas über 2½ Milliarden Kilowattstunden geschätzt, aber der gegenwärtige Verbrauch an elektrischer Energie macht nur 1,65 Milliarden Kilowattstunden aus. Der übrige Bedarf wird durch unmittelbare Verwendung von Wasserkraft oder durch Wärmekraft gedeckt.

In dem Bericht werden auch die Grundsätze dargelegt werden, nach denen man sich die Kraftverteilung geordnet gedacht hat. In jedem größeren Fluß wird ein Sammelschienensystem angeordnet, das die Kraft des Wasserlaufes sammelt und den Verbrauchern oder einem Punkte, von dem aus die Kraft in ein Stammliniensystem geleitet werden kann, weiter zuführt. Was das untere schwedische Norrland betrifft, so kann diese Frage schon als geklärt gelten, seitdem nunmehr die Wasserfalldirektion dort eine Stammlinie beschlossen hat. Dr. S.

Stand der Arbeiten am Küstenkanal. Wir haben einen Bauwinter gehabt, wie er in unserer Gegend nur selten zu verzeichnen ist; während sonst mit einer Bauruhe von 3—4 Monaten gerechnet werden muß, war nur ein Arbeitsausfall im November von zwei Tagen und im Februar wegen des starken Frostes von 14 Tagen. Das vorgesehene Bauprogramm ist innegehalten und zum Teil überschritten, die notwendigen Mittel wurden vom Reiche bezw. vom Staate Oldenburg bereitwilligst und rechtzeitig zur Verfügung gestellt.

Die Schleusenbaugrube bei Oldenburg ist in 5 Meter Tiefe mit einem großen Trockenbagger in einer Länge von etwa 180 Metern, in einer Breite von etwa 50 Metern ausgehoben worden, die geböschten Seitenwände der Schleusenbaugrube haben sich den Winter über gut gehalten, Schwierigkeiten wegen der Trockenhaltung der Grube sind nicht zu erwarten. Es soll alsbald mit dem Rammen der hölzernen Spundwandbohlen begonnen werden, die die spätere Schleuse in ihrem ganzen Umfang abschließen und ein weiteres senkrechtes Hinabgehen um 5 Meter tiefer ermöglichen. Zurzeit arbeitet der große Trockenbagger an der Ausschachtung des etwa 60 Meter breiten unteren Vorhafens. Es ist bisher auf einer Seite bereits eine Tiefe von 4 Metern erreicht. Die aus dem unteren Vorhafen zu fördernden Bodenmassen belaufen sich auf etwa 160 000 cbm. Es soll hier eine Tiefe von 7 Metern unter Gelände erreicht werden.

Die große Rampenanlage bei Hundsmühlen für die Straßenbrücke Eversten—Hundsmühlen ist seit langem fertiggestellt. Auch ist das Kanalbett zwischen den Rampen zum Teil ausgehoben. Zwischen der Chaussee und der Einmündungsstelle arbeitet wiederum ein Bagger. Er stellt das volle Kanalprofil her, sodaß sich hier später eine Wasserspiegelbreite von 31,75 Meter ergibt. In Kürze wird die Chaussee durchschnitten und der Verkehr nach Westen zu über den jetzt geschütteten Damm geleitet. Der Bagger arbeitet dem großen Bagger im Buschhagen entgegen. Gegen Ende des Sommers sollen beide sich bis zur Mühlenhunte bezw. zum Marschweg vorgearbeitet haben; durch vom 15. April eingelegte Doppelschichten wird diese Leistung leicht zu vollbringen sein. Von km 4,30 an folgt der Küstenkanal dem bestehenden alten Hunte—Ems-Kanal. Auf der linken Seite ist der hohe Kanaldamm seit langem fertiggestellt. Nach der rechten Seite arbeiten bis nach Moslesehn drei Greifbagger, die auch während des Frostes nicht auszusetzen brauchten und die daher weiter vorankamen, als das Bauprogramm vorsah. In einigen Wochen sind beide Dämme fertiggestellt und geben dann ein klares Bild von der großen Breite des zukünftigen Kanals. Westlich der Schleuse II wird der Kanal beiderseits verbreitert und um etwa 2 Meter vertieft, da der Wasserspiegel von hier bis nach Kampe seine jetzige Höhenlage beibehalten soll. Von km 6 ab sind seit Anfang März beiderseits Notstandsarbeiter damit beschäftigt, auf den jetzigen Wegen Erddämme aufzurichten, zwischen die dann aus dem Kanalbett der Aushubboden mittels Spülbagger hereingespült werden soll. — In den Hochmooren wurden die Bunkerde und die Weißtorfmassen nach rückwärts auf das Hochmoor geschafft. Bei Edewecht arbeiten drei Schwimmbagger, deren Zahl in Kürze erhöht werden soll. Von km 28 bis km 30 wird eine weitere Kolonne aus Notstandsarbeitern angesetzt, die das volle Profil auszuheben haben. Beim Edewechterdamm gehen die Brückenwiderlager für die große Straßenbrücke von 40 Metern lichter Weite ihrer Vollendung entgegen und die Konstruktionsteile für die Brücke werden bereits antransportiert. — Im Moorgebiet schreiten die Arbeiten, begünstigt durch die hohen Torfpreise, rasch voran.

Die Erdarbeiten verursachen die größten Ausgaben. Ein Kubikmeter Boden war im Frieden für etwa 1 Mk. zu bewegen, der Preis stieg Ende Februar auf 5600 Mk. — Die Kosten der Schleuse beliefen sich nach dem Voranschlage im Juli 1914 auf rund 900 000 Mk., im Februar 1923 war der Preis 4,94 Milliarden Papiermark. Die Gesamtkosten des Kanals waren zu 8,5 Mill. Mk. veranschlagt, nach dem Stand vom Februar würden sie 48 Milliarden Papiermark betragen. Seit dem 1. Februar sind die Arbeiten als Notstandsarbeiten anerkannt worden.

Regierungsbaurat Popken-Oldenburg.

Die großen Wasserkraftanlagen innerhalb der alten Grenzen Italiens ausgeführt und im Bau bis Ende 1920. Nachträge bis Ende 1922. Die im geographischen Militärinstitut erschienenen Blätter der chorographischen Karte Italiens, auf die wir schon in „Die Wasserkraft" 1922, Heft 22, S. 414, hingewiesen haben, liegen nunmehr vor. Es sind 19 prachtvolle mehrfarbige Karten des italienischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten bezw. des hohen Rates für Wasserkraftanlagen (consiglio superiore delle acque pubbiche) im Maßstab 1 : 500 000, ganz Italien innerhalb der alten Grenzen einschl. der Inseln umfassend. In Rot sind die Wasserkraftanlagen über 300 PS und die Staubecken für die verschiedenen Zwecke, die bestehenden sowohl als die bis Ende 1920 innerhalb der alten Grenzen Italiens im Bau befindlichen ersichtlich gemacht. Die Kennzeichnung der Kraftzentralen ist durch verschieden große Ringe ausgeschieden für die Grenzen über 300, 500, 1000, 2000, 5000, 10 000 und 20 000 gerechnete PS durchgeführt. Außerdem ist an den Ringen zu ersehen, ob es sich um fertige, erst im Bau oder in Erweiterung befindliche Anlagen handelt. Weiter zeigen die Pläne die Staubecken bis zu 100 000, 1 000 000, 10 000 000 und über 10 Millionen Kubikmeter an. Auch hier sind wieder durch Punktieren oder Durchziehen der Linien Unterschiede gemacht.

Zu dem in „Die Wasserkraft" 1922, Heft 22, schon behandelten Auszug der Annalen des hohen Rates für Wasserkraftanlagen ist ein Nachtrag erschienen, der die bis Ende 1922 vollendeten und im Bau befindlichen Anlagen umfaßt. In den kommenden Annalen sollen die hauptsächlichsten und bezeichnendsten Anlagen beschrieben werden und in einer im Druck befindlichen Veröffentlichung die

Digitized by Google

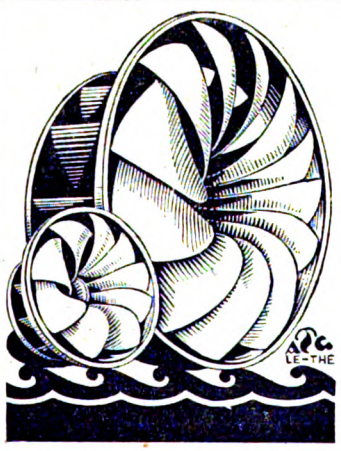
Abbildung der bis Ende 1922 erbauten Staudämme wiedergegeben werden. In dem vorliegenden Nachtrag sind einstweilen die Zahlenangaben zusammengestellt. Die nach Provinzen und Landschaften ausgeschiedenen Anlagen, soweit sie vollendet sind, beziffern sich bis Ende 1922 innerhalb der Grenzen des alten Italien auf 1 449 943 PS. Auf die beiden nachzutragenden Jahre 1921/22 treffen an vollendeten Wasserkraftanlagen 67 mit 252 398 PS und 15 Staubecken mit 78 375 000 cbm Fassungsraum. Die ebenfalls nach Provinzen und Landschaften ausgeschiedenen Anlagen, soweit sie im Bau begriffen sind, beziffern sich bis Ende 1922 innerhalb der Grenzen des alten Italien auf 607 215 PS. Auf die beiden nachzutragenden Jahre 1921/22 treffen an im Bau befindlichen Wasserkraftanlagen 51 mit 364 654 gerechneten PS und 27 Staubecken mit 209 656 000 Kubikmeter Fassungsraum. Die bis Ende 1922 vollendeten Anlagen mit 1 449 943 PS stellen gegenüber den bis Ende 1920 vollendeten 1 191 797 PS einen Zuwachs von 22 v. H. und gegenüber Ende 1915 (Vorkriegszeit) einen solchen von 55 v. H. dar. In den Angaben für 1922 sind auch einige Anlagen enthalten, die 1920 weggelassen wurden, weil sie damals noch unter 300 PS leisteten. Es ist also in den beiden Jahren 1921/22 an Inangriffnahme und Vollendung von Anlagen sehr Erkleckliches geleistet worden.

Man kann dem Verfasser des Berichtes, dem Vorstand des Sekretariats des hohen Rates für Wasserkraftanlagen, Ingenieur Carlo Bonomi, einigen Nationalstolz nachfühlen, wenn er an Hand dieser Leistungen Vergleiche mit der Entwicklung der Wasserkraftanlagen in anderen Ländern sich anzustellen bemüht. Ein Vergleich mit Amerika scheint nicht am Platze, da dort die Bedingungen der Erzeugung und der Verteilung der Wasserkraft von denen Italiens recht verschieden sind. In Europa hat nur Frankreich ähnliche bezeichnende Verhältnisse wie Italien. Die amtlichen Angaben über die in Frankreich 1922 ausgenützten Wasserkräfte sind im Nachrichtenteil der „Annalen" enthalten. Es handelt sich darnach um installierte 2 100 000 PS und es ist zu Vergleichszwecken nötig, diese auf mittlere Pferdekräfte zurückzuführen. Wenn man in Übereinstimmung mit den französischen Ingenieuren annimmt, daß die installierte Wasserkraft ungefähr $^3/_2$ der mittleren darstellt, und im Auge behält, daß sich die italienischen Angaben auf große Ableitungen und konzessionierte Wasserkräfte beziehen, so kann man sagen, daß Italien, was die Wasserkräfte der vollendeten Anlagen betrifft, auch abgesehen von denjenigen, die in den neuhinzugekommenen, „erlösten" Gebieten bestehen, Frankreich eingeholt hat. Was die im Bau befindlichen Wasserkraftanlagen betrifft, so ist erwiesen, daß einige große Anlagen z. B. im Hochbassin des Toccflusses und am See von S. Croce fast vollendet oder der Vollendung und dem Vollaufen des Beckens sehr nahe sind. Man kann hoffen, daß innerhalb zwei Jahren etwas mehr als die Hälfte der Gesamtwasserkräfte des Landes ausgenützt sein wird und dann wird sicher die Wasserkraft, die im gleichen Zeitraum in Frankreich zur Ausnützung vorgesehen ist, übertroffen sein. Dr. S.

Kurze Nachrichten

Wasserkraftnutzung.

Mannheim. Die vielfach gestörte Elektrizitätsversorgung des Hotzenwaldes und die hohen Strompreise der Rheinkraftwerke haben eine Anzahl Gemeinden unter Führung von Görwihl veranlaßt, dem Plan zur Ausnutzung der heimischen Wasserkräfte näher zu treten. Hauptsächlich wird an die Alb und den Ibach gedacht, für den schon ein älterer Entwurf vorliegt. Dabei besteht die Absicht, ein Kraftwerk zu erstellen, das nicht nur den Hotzenwald, sondern auch den Dachsberg jetzt und in absehbarer Zukunft zu versorgen vermag und das außerdem durch Abgabe von Spitzenstrom an ein Rheinkraftwerk den eigenen Strom verbilligen kann. Ob die Waldelektra sich an dem Unternehmen beteiligen wird, ist noch fraglich; dagegen ist der Strombezugsverband Waldshut nicht abgeneigt, das neue Unternehmen in seine Stromversorgung des Kreises einzubeziehen. — **Niederschwörstadt.** Zur Errichtung des Kraftwerkes am Rhein bei Niederschwörstadt fanden Besprechungen in Niederschwörstadt in Anwesenheit der Vertreter des badischen Arbeitsministeriums, der Domänen-



Wasser-Turbinen
liefert in erstklassiger Ausführung
Ingenieur Franz Denk
Fernruf 10693 Nürnberg Judengasse 19
329

Digitized by Google

direktion, der Eisenbahnverwaltung sowie zahlreicher Interessenten und Bürgermeister der Gemeinden Ober- und Niederschwörstadt statt. Das Kraftwerk, das, wie schon früher gemeldet, das größte der bisher bestehenden Rheinkraftwerke sein wird, soll die Schweiz und Baden je zur Hälfte mit Strom beliefern. — **Roden.** Die Gemeinde Roden wird an Stelle des von ihr erworbenen bisherigen Nüchternschen Triebwerkes am Mühlgraben des Karbaches auf einem Grundstück der Steuergemeinde Roden eine Turbinenanlage mit Kraftstation errichten.

Verschiedenes

Am 1. März d. Js. beging die Firma **Keller & Knappich, G. m. b. H., Maschinenfabrik Augsburg,** in aller Stille die 25jährige Wiederkehr der Firmengründung.

Die Firma wurde als offene Handelsgesellschaft gegründet mit dem Beisatz „Azetylenwerk Augsburg-Oberhausen". Am 1. März 1902 wurde die Firma in eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung umgewandelt. Die beiden Gründer stehen noch heute als alleinige Inhaber an der Leitung des Unternehmens, das sich inzwischen zu einem sehr ansehnlichen Werke, das über 300 Arbeiter und Angestellte beschäftigt, entwickelt hat. Das Werk befaßte sich vom Anfange an in führender Weise mit der Technik des Azetylens. In den Jahren 1899 bis 1906 wurden u. a. zahlreiche gemeindliche Azetylengaswerke erstellt. Von da an wurde die Autogen-Schweißung zur Einführung gebracht und hat die Firma (als erste deutsche Firma) eigene Konstruktionen für die Metallbearbeitung hergestellt, die tausendfache Einführung in der ganzen Welt fanden. In gleicher Weise wie in der Azetylentechnik fand die Firma auch mit ihren Hebezeugen „Bremsreglerwinden", „Freisenkflaschenzügen" ernste Beachtung und auch diese Fabrikate haben Weltruf erlangt. Auf dem Gebiete der Werkzeugindustrie erschien die Firma durch ihre Tochtergesellschaft, die „Deutsche Bohrfutter-Gesellschaft m. b. H., Augsburg", mit einem hervorragenden Bohrfutter, dem sog. „Deboga"-Bohrfutter. Die Abteilung Kessel- und Behälterbau hat noch eine weitere Entwicklung in der zweiten Tochtergesellschaft, der „Bayerischen Kesselwagen-Gesellschaft m. b. H., Augsburg", gefunden.

Literatur

Zeitschriftenschau.

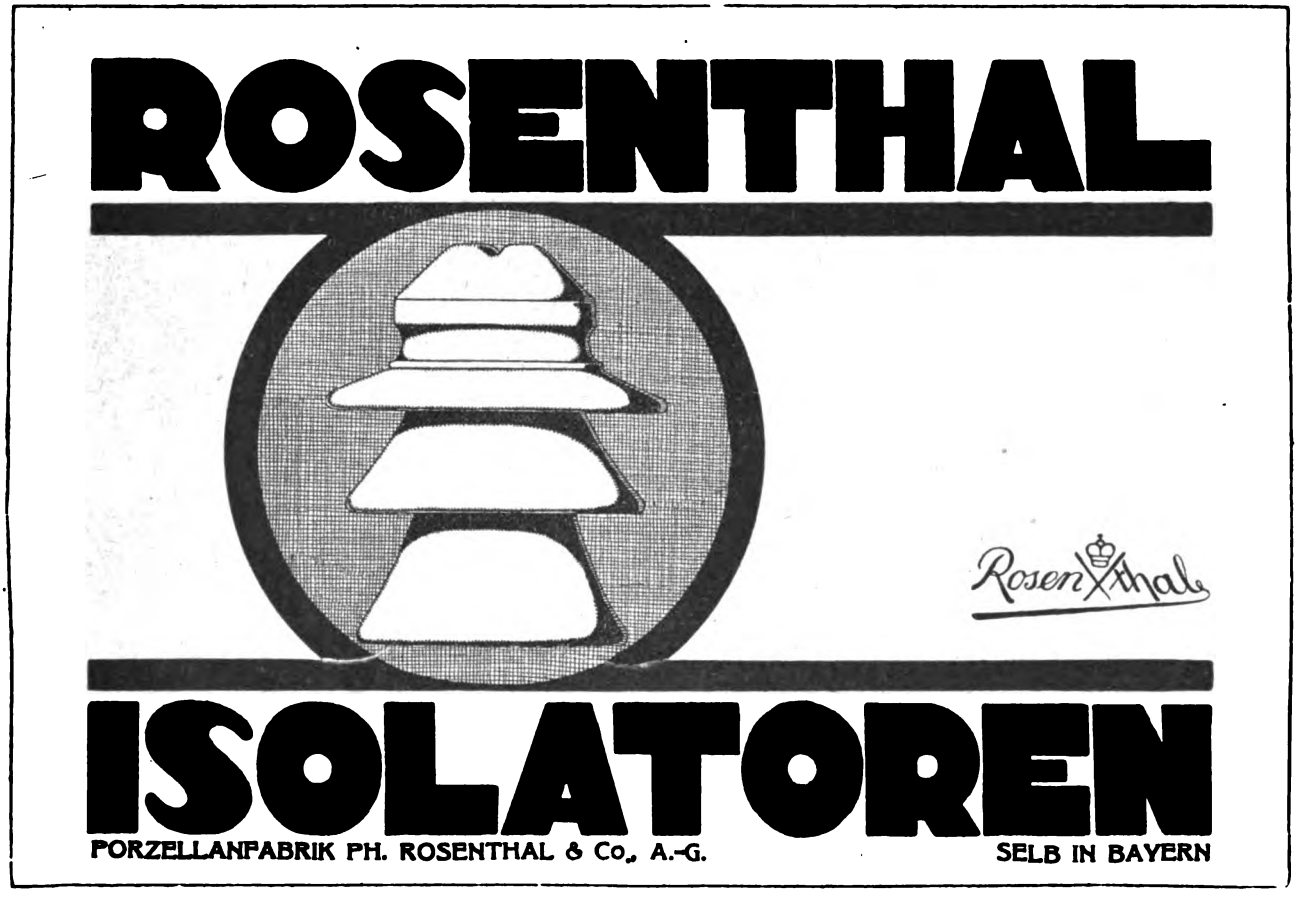
Wasserkraftnutzung. Neue Klein-Wasserkraftanlagen. Von Ing. C. Reindl, München. „E. T. Z.", 1922, Heft 49, S. 1449—1451. (Beschreibung eines neuen, vom Verfasser ausgebildeten Systems, welches keinerlei Regelungsvorrichtungen vorsieht und die Regelung durch besondere Bauart der Dynamo erfolgt.)

— Die Turbinen des Queenston-Kraftwerkes. „V. d. I.", 1922, Nr. 48, SS. 1086—7, 8 Abb. (Einige Angaben über Turbinen, Druck- und Saugrohr.)

— Die Entwicklung der Wasserkräfte in Nord-Wales. Von J. B. C. Kershaw. „Electrician", 89. Bd., 1922, No. 2305, S. 65—68, 7 Abb. (Angaben über die Erweiterungen des Dolgarroger-Kraftwerkes und die verschiedenen Unterwerke.)

— Die Aussichten der Wasserkraftwirtschaft in Kärnten. Von Oberbaurat Winkler, Dir. der Städt. El.-W. Klagenfurt. „Mitt. d. V. d. El.-Werke", 1922, Nr. 322, S. 478—484, 3 Abb. (Angaben über die Entwicklung der Wasserkraftausnützung in Kärnten.)

Wasserversorgung. Die Förderwerke der Württembergischen Landeswasserversorgung. Von Oberbaurat Groß, Stuttgart. „V. d. I.", 1922, Nr. 49, S. 1093—1097. (Zweck der Landeswasserversorgung, Wassergewinnung, Anordnung und Ausdehnung der Anlage, Förderwerke, Schleuderpumpe, Betriebsergebnisse.)



Digitized by Google

Wasserbau. Über die Prüfung der Wasserdurchlässigkeit von Beton und Mörtel. Von Dr. Ing. Kammüller, Karlsruhe. „Der Bauing.", 1922, H. 23, S. 710—712. (Anregung zur Klärung der Frage, wie die Wasserdurchlässigkeit durch eine exakt definierte Vergleichszahl auszudrücken ist und wie diese Zahl praktisch gemessen werden kann.)

Buchbesprechungen

Hanns Günther, Taten der Technik. Ein Buch unserer Zeit. Mit Beiträgen von Arthur Fürst, Dipl.-Ing. E. Lasswitz, Dr. L. Richtera, Dipl.-Ing. E. Stern, Dr.-Ing. P. Schuster u. a. — In 20 Lieferungen mit 20 farbigen Tafeln, 40 ganzseitigen Porträts und über 500 teils ganzseitigen Bildern im Text. — 1922/23, Leipzig, Rascher & Cie., A.-G. — Neu erschienen: Lieferung 4 bis 10 (Schluß des 1. Bandes). Grundpreis pro Lieferung M. 2, Grundpreis von Bd. 1 geh. M. 20, in Halbleinen M. 24, in Ganzleinen M. 26 (mal Schlüsselzahl am Tage des Kaufes).

Die neuen Lieferungen, mit denen Band 1 des Güntherschen Werkes vollständig vorliegt, bringen eine Fülle von Bildern, wie man sie in dieser Reichhaltigkeit in einem derartigen Werk nie beieinander sah. Dazu gegen 20 ganzseitige Porträts berühmter Pioniere der Technik, deren Lebensgang und Lebenswerk ein kurzer Begleittext mit knappen Worten würdigt.

In Lieferung 4 wird zunächst die weitere Entwicklung der Taucherei bis zum Taucherschlitten geschildert, mit dem die Taucher heute den Grund der Meere in schneller Fahrt durchqueren. Nicht minder interessant ist in Lieferung 5 die Schilderung des Sonnenkraftwerkes bei Meadi, der erste gelungene Versuch, die Sonnenwärme in den Dienst der Menschen zu stellen. In Lieferung 6 gibt Arthur Fürst eine anschauliche Schilderung „Im Stellwerk" über den ganzen Werdegang der modernen Eisenbahnsicherungen, ein Kapitel, das jeder mit Interesse liest, da ja oftmals auch seine Sicherheit von diesen Vorrichtungen abhängt. Ebenso packend weiß der Herausgeber im Verein mit E. Bergener im nächsten Aufsatz die erstaunliche Entwicklung, die der Kreisel in den letzten Jahren genommen hat, zu schildern. Aus dem alten Kinderspielzeug ist ein Requisit der Technik von ungewöhnlicher Vielseitigkeit geworden. Den „Hoch-Häusern" und „Wolkenkratzer" ist Lieferung 7 gewidmet, deren Bearbeitung der Herausgeber zusammen mit E. Lasswitz übernahm. Die deutschen Hochhäuser in Berlin, Köln und Frankfurt werden in einem besonderen Aufsatz behandelt. Die Lieferungen 8—10 berichten über die Entwicklung der Schnelltelegraphie, die Geheimnisse der Metallfadenlampe, die Entwicklung der selbsttätigen Leuchtfeuer, die wichtige Rolle, die der Schall im Dienste der Schiffahrt spielt, die Heißdampflokomotive und „Die Eroberung der Wüste". Man entnimmt diesem Aufsatz, daß durch die Kulturtechnik schon weite Strecken unfruchtbaren Landes den Menschen nutzbar gemacht worden sind, und welche großartigen Projekte in dieser Beziehung noch der Erfüllung harren. Wer immer die „Taten der Technik" zur Hand genommen hat, wird hernach mit anderen Augen um sich schauen und besonders die eigentliche „Welt der Arbeit" besser zu würdigen wissen.

B.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 7 **München, 1. April 1923** **18. Jahrgang**

Umbauten von Wasserhaltungsmaschinen in Luftkompressoren

Von Dipl.-Ing. Giller.

Infolge der Verdrängung der hydraulisch betriebenen Bergwerks-Wasserhaltungsanlagen durch unter Tage aufgestellte Turbinen-Pumpen in den beiden letzten Jahrzehnten wurden die frei gewordenen Dampfpumpen vielfach mit gutem Erfolge in Kompressoren für Niederdruck oder Hochdruck umgebaut. Hierbei wurden folgende Vorteile erzielt:

1. Die Antriebsdampfmaschine ist betriebsfertig vorhanden.
2. Die Kosten für das Abreißen der Maschine (zu 1), Beseitigen des alten Fundamentes, Errichten eines neuen Fundaments usw. bleiben erspart.

Nur der hintere Teil des Maschinenfundaments, auf dem die Preßpumpen gestanden hatten, muß event. zum Teil erneuert werden.

Von derartigen Umbauten werden die beiden Hochdruckkompressoren für die Zeche „Graf Bismarck" Abb. 1 und der Niederdruckkompressor für Zeche „Rhein-Elbe III" beschrieben.[1])

Infolge der Erweiterung ihrer Druckluftgrubenbahn benötigte die Zeche „Graf Bismarck" im Jahre 1917 zwei neue Hochdruckkompressoren und entschloß sich zum Umbau der beiden Preßpumpen, die durch Turbinenwasserhaltungen ersetzt worden waren. Die beiden von der Firma Schwartzkopff gelieferten Dampfmaschinen, an welche die Hochdruckkompressoren angebaut werden sollten (Abb. 1), hatten jede 1100 mm Hub, 600×925 mm Zylinderdurchmesser und leisteten mit 60 Umdr./min. bei $6^1/_2$ at und Auspuffbetrieb je 440 PS_i; sie besaßen zwangläufige Ventilsteuerung, Mantel- und Deckelheizung und einen Leistungsregler mit Drehzahlverstellung von Hand. Die Zwillingspreßpumpen, welche Druckwasser von 250 at erzeugt hatten, wurden abgebaut und der fünfstufige Kompressor an die Dampfmaschine angebaut. An den Niederdruck-Dampfzylinder schließen sich mittels einer kräftigen Laterne die Luftstufen 1 bis 3, an

[1]) Ausgeführt von der „Demag" Duisburg.

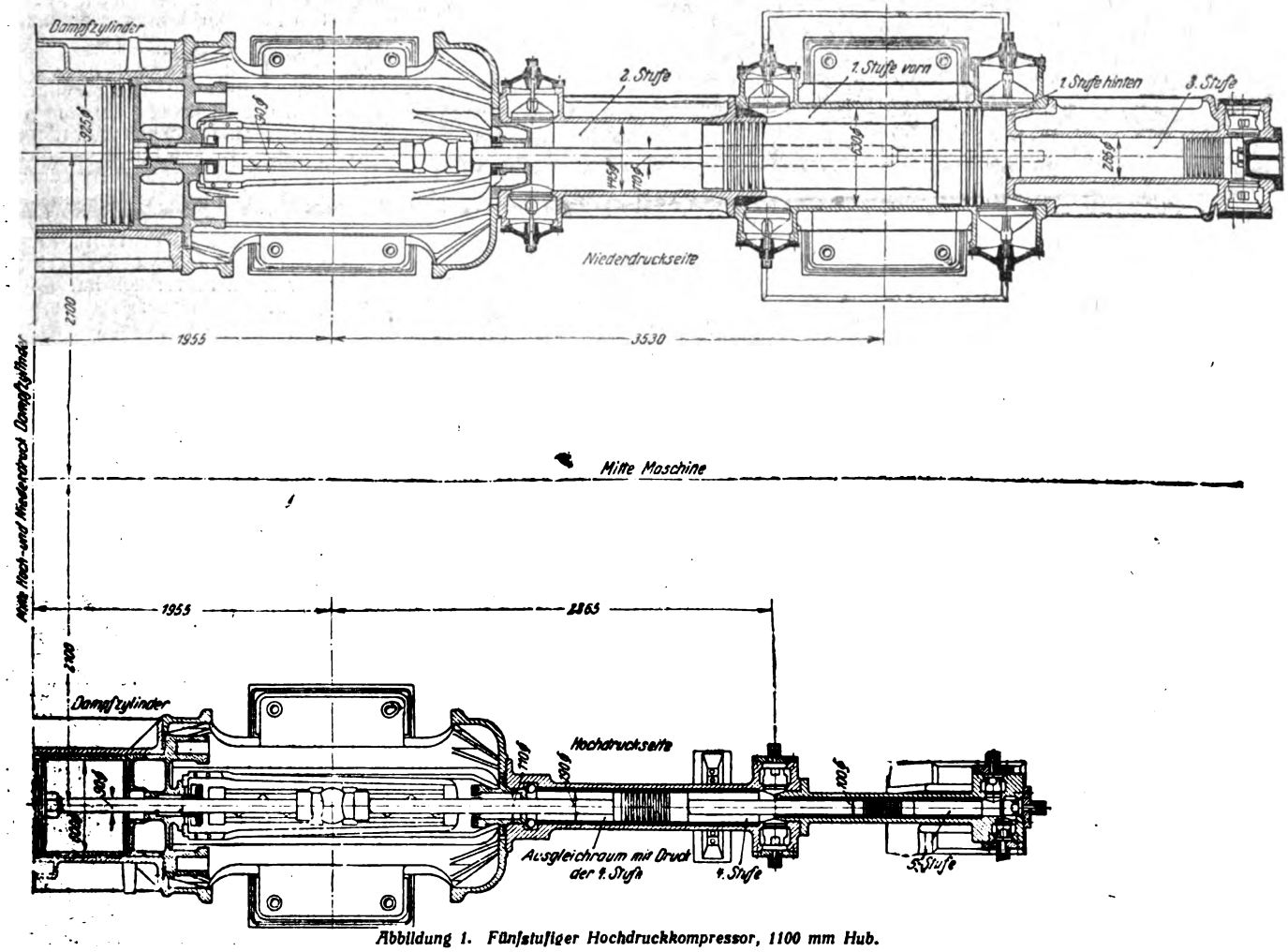


Abbildung 1. Fünfstufiger Hochdruckkompressor, 1100 mm Hub.

Digitized by Google

den Hochdruck-Dampfzylinder die beiden Hochdruckluftstufen und der uns patentamtlich geschützte Ausgleichsraum an. Die Luftzylinder der ersten, zweiten und dritten Stufe bestehen aus Gußeisen, die beiden Hochdruckzylinder aus Schmiedestahl mit eingesetzten gußeisernen Laufbuchsen. Obgleich die Kühlmäntel an den Luftzylindern mit Rücksicht auf das geringe Kompressionsverhältnis weggelassen worden waren, blieben die Lufttemperaturen sehr niedrig und betrugen im Maximum 116°. Die Luftsteuerung besteht bei der ersten und zweiten Stufe aus den bekannten einfachen Blattfederventilen, bei den Hochdruckstufen aus bewährten runden Plattenventilen mit Federbelastung; in der fünften Stufe ist der Sicherheit wegen außer dem Druckventil noch ein weiteres Rückschlagventil eingebaut; außerdem ist eine Vorrichtung vorhanden, um den Kompressor ohne Druck umlaufen lassen zu können. Die Zwischenkühler nach der ersten und zweiten Stufe sind als normale Rohrbündelkühler in liegender Form ausgeführt. Nach der dritten, vierten und fünften Stufe besitzen sie die Form von Rohrschlangen und sind in einem gemauerten Kühlgefäß im Fundament untergebracht. Die Luftstopfbuchsen bestehen nach System Robertson aus einer größeren Zahl zusammengesetzter gußeiserner Ringe; die Packung paßt sich den Bewegungen der Kolbenstange leicht an und erfordert keinerlei Nachstellung. Die Abmessungen der Maschine sind folgende:

Hub	1100 mm
Umdr./min.	60
Durchmesser der 1. Stufe	630/545 und 630/265 mm
„ „ 2. „	445/110 „
„ „ 3. „	265 „
„ „ 4. „	190/100 „
„ „ 5. „	190/110 „
des Ausgleichsraumes.	

Der Abnahmeversuch hatte folgende Ergebnisse:

	Garantie	Abnahme
Saugleitung	1440 cbm/stdl.	1548
Leistung der Dampfmaschine	428 PS	444
Mit 1-PS$_i$ der Dampfmaschine stdl. angesaugte Luftmenge	3,36 cbm	3,49
Volumetrischer Wirkungsgrad	88 v. H.	94,7
Lufttemperaturen, 21° C Ansaugtemperatur 1. Stufe	nicht	78° C
2. „	über	80
3. „	140° C	104
4. „		84
5. „		116

Die Luft- und Dampfdiagramme sind auf Abbildung 2 wiedergegeben.

Die oberirdischen Teile der Wasserhaltungsanlage auf der Zeche „Rhein-Elbe III“ wurden in ähnlicher Weise umgebaut, jedoch mit dem Unterschiede, daß an die Dampfmaschine ein zweistufiger Luftkompressor für 6 bis 7 at Enddruck angebaut wurde. Die Preßpumpe wird von einer Zwillings-Tandem-Dampfmaschine mit 2 · (550 · 850) mm Zylinderdurchmesser und 1000 mm Hub angetrieben und leistet bei 70 Umdrehungen, 7 at des bis auf 2500 überhitzten Dampfes und Kondensationsbetrieb etwa 600 PS$_i$. Der Kompressor saugt bei 70 Umdr./min. eine stündliche Luftmenge von 5500 cbm an. Luft- und Dampfzylinder sind mit Rücksicht auf die im Wege befindlichen mittleren Kolbenstangenführungen nicht durch Laterne, sondern durch zwei Verbindungsstangen auf jeder Seite verbunden. Die Luftventile (Blattfedernventile) sind in die Zylinderdeckel verlegt. Der Abnahmeversuch hatte folgende Ergebnisse:

	Garantie	Abnahme
stündl. Saugleistung	5500 cbm	5780
Volumetrischer Wirkungsgrad	92,7 v.H.	97,5
Leistung der Dampfmaschine mit 1 PS$_i$ der Dampfmaschine angesaugte Luftmenge stündl.	605 PS 9,1	601 9,6

Weitere Umbauten ähnlicher Art fanden mit folgenden Leistungen statt:

Zeche „Grimberg“ Niederdruckkompressor (6 at)	7800 cbm/stdl.
Zeche „Alstaden“ ebenfalls Niederdruckkompressor (6 at)	10000 cbm/stdl.
Zeche „Pluto“	10000 cbm/stdl.
Zeche „Rhein-Elbe III“	5000 cbm/stdl.
Steinkohlenbergwerk „Graf Bismarck“ 2 Hochdruckkompressoren (175 at) mit je	1440 cbm/stdl.

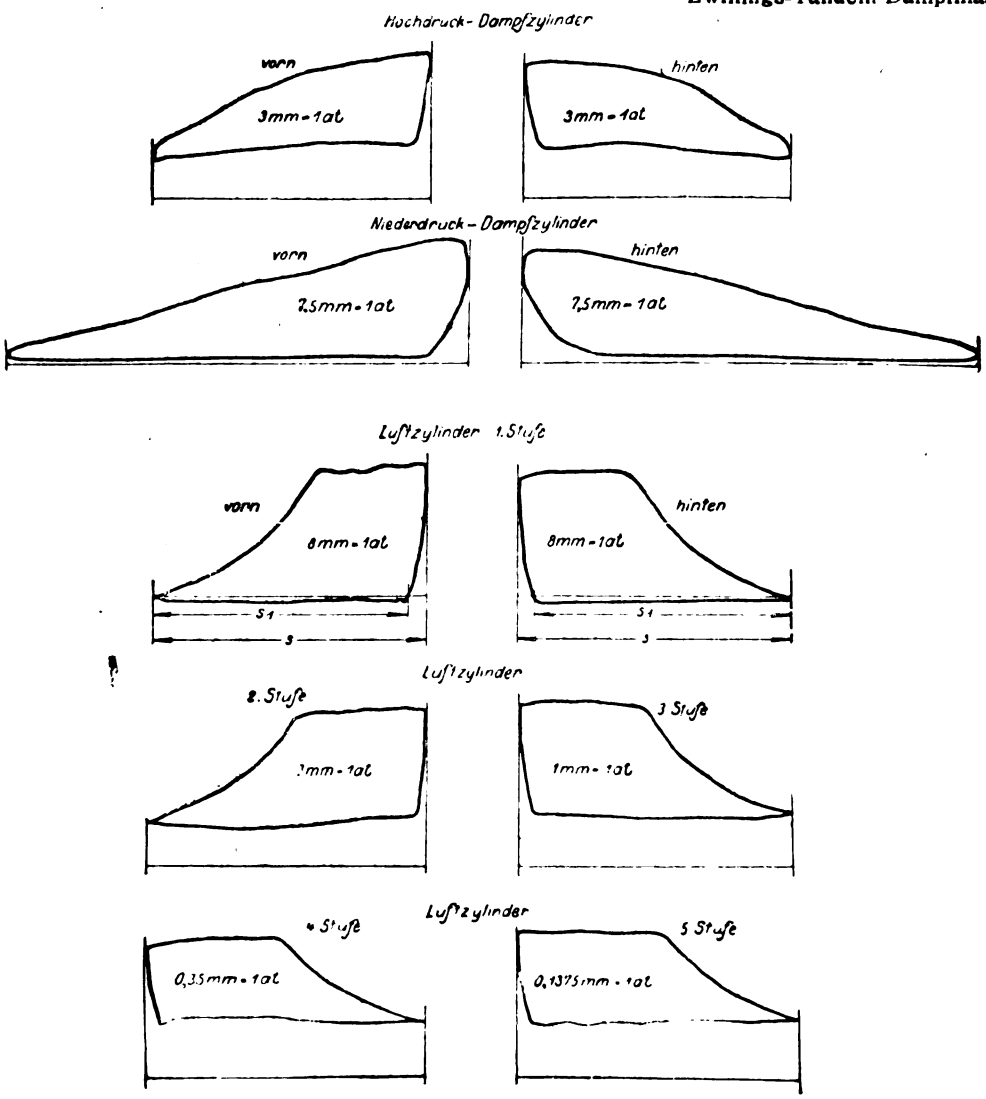


Abbildung 2.

Digitized by Google

Der Fall des Wassers bei Bauwerken

Von Geheimen Baurat Graevell. (Schluß.)

Beim Anlaufen der Wellen in flacheres Wasser verhalten sich deren Geschwindigkeit und also auch deren Länge zur Wellenhöhe nach der Proportion $h = h_0 \sqrt{\frac{l_0}{l}}$. Nach den Beobachtungen von Gaillard liegt der Kamm der Wellen vor dem Brechen $h_s = 0{,}67$ bis $0{,}89\ h$, im Mittel $0{,}76\ h$ = rund $\frac{3}{4} h$ über dem ruhigen Wasserspiegel. Je seichter das Wasser ist, desto höher liegt bei gegebener Wellenhöhe und Wellenlänge der Scheitel über dem Ruhespiegel. Nach Gaillard besteht ferner bei sanft ansteigendem Grunde für dieselbe Welle die empirische Formel $w_1 = w_2\, 0{,}9 \sqrt{\frac{H_1}{H_2}}$ Nach Boussinesq kann eine Seichtwasserwelle von derselben Länge aus einer gleich hohen Tiefenwelle abgeleitet werden, indem alle Längen mit Cotg $\frac{\pi H}{l}$ multipliziert werden. Dadurch werden alle Entfernungen, sobald vom Wogen zum Strömen übergegangen wird, nahezu im gleichen Verhältnis verändert, während Höhe und Geschwindigkeit dieselbe bleiben. Die Cotg in vorgenanntem Multiplikator ist ihrer Bezeichnung entsprechend als Hyperbelfunktion aufzufassen. Ist nun die Wellenhöhe mit genügender Verläßlichkeit unter Berücksichtigung ihrer Erhebung über den Ruhewasserspiegel richtig bestimmt, so wäre die Höhe des Schwerpunktes der schwingenden Wassermasse über dem Wasserspiegel zu ermitteln. Wird diese Höhe mit h_0 bezeichnet, so ist die von dem Wasserstoß geleistete Arbeit zur Erhebung und Aufrechterhaltung des Wasserspiegels $A = \gamma\, Q\, h_0 = \frac{\gamma}{2g}\, Q\, v^2$. Diese beiden von der Aufschlagstelle des Strahles ausgehenden Wellenbewegungen verhalten sich in bezug auf die Wassertiefe genau entgegengesetzt. Während die steile Reaktionswelle mit der Tiefe abnimmt, vergrößern sich hingegen die niedrigen Translationswellen. Ein Mindestwert der Wellenbewegung wird anscheinend erreicht, wenn die Wellenhöhen beider Wellenzüge einander gleich werden. Diese Forderung ergibt für die dazu erforderliche Tiefe folgende aus dem Vorhergehenden leicht verständliche Beziehungen.

$$l = 2\,\pi r;\ w = \sqrt{\frac{g\,h}{2\,\pi}};\ w = \sqrt{g\,t};\ l = \frac{2\,\pi\,w^2}{g}\ P = \gamma\, Q;$$

woraus $h = \frac{3\,\gamma\, Q\, v}{\gamma\, b\, t} = \frac{2\,\pi\,w^2}{g\,n} = \frac{2\,\pi\,t}{n}$ somit die Tiefe $t = \sqrt{\frac{3\,Q\,v\,n}{2\,\pi\,b}}$, worin b die Wasserbreite und n das Verhältnis der Länge zur Höhe der Translationswellen bedeuten.

Die Geschwindigkeit des auftreffenden Wasserstrahles v wird durch den Stoß und die dadurch bewirkte Ablenkung des Strahles nach der Seite durch die Bewegungsverluste, wie schon erwähnt worden ist, auf v_1 vermindert. Diese reduzierte Geschwindigkeit erleidet infolge des meist plötzlichen Überganges in das vergrößerte Abflußprofil und die Überführung in die Abflußgeschwindigkeit c einen Stoßverlust, der sich angenähert bestimmen läßt durch den Ausdruck $w = \frac{\gamma\, Q}{2\,g}\ (v_1 - c)^2$. Der Stoßverlust ist die bei weitem größte Hinderung, die der Stoßeffekt erleidet, und der fast sein ganzes überschüssiges Vermögen erschöpft. Die freiwerdende lebendige Kraft wird durch die mechanische Arbeitsleistung der inneren außerordentlichen Turbulenz, sowie der an den schroffen Profilübergängen infolge der dort einsetzenden toten Räume entstehenden Wirbel und Walzen vermittelst Reibungsarbeit in Wärme übergeführt. Gewöhnlich dürfte die dadurch erzeugte Temperaturerhöhung des Wassers aber keine so hohe sein, daß sie sich mit den gewöhnlichen rohen Thermometern stark auffällig erkennen ließe. Die Temperaturerhöhung kann mittels des mechanischen Wärmeequivalents eine Wärmeeinheit (Kilogramm — Kalorie), die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um die Temperatur von 1 kg Wasser um 1° C zu erhöhen, also 1 WE = 424 mkg des näheren leicht festgestellt werden. Bei einer allmählichen gleichmäßigen Überführung in das neue erweiterte Abflußprofil mit der Geschwindigkeit c, welche erstere sich in geeigneter Weise vermittels einer zwangsläufigen Führung ermöglichen ließe, würde sich bei angemessener Form ein verhältnismäßig nur geringer Widerstand ergeben und zwar in der Form $W_1 = n\, \frac{v_1^2 - c^2}{2\,g}$, wobei n, je nach der Schärfe des Überführungswinkels und der Ausrundung der Brechpunkte, sich für flache Neigungen des Vollwinkels von 8° bis 16° für Rohrleitungen, deren Verhältnisse in gewisser Beziehung auch auf offene Gerinne anwendbar erscheinen, nach Fliegner in den Grenzen von 0,07 bis 0,50 halten wird. Bei Seitenneigungen von etwa 1:14 abwärts treten nur noch ganz geringe Verluste unter dem oben angegebenen Mindestgrenzwert auf. Es würde aber alsdann die Wasserableitung, so sie nicht zu Kraftzwecken Verwendung finden sollte, noch einer wirksamen Selbstregulierung bedürfen, um die noch überschüssige lebendige Kraft unschädlich zu beseitigen. Die nötige zwangsläufige Führung des Ablaufes des gewendeten Wasserstrahles wird dann am einfachsten durch eine geschlossene Rohrleitung bewirkt, die ein eigentliches Wasserpolster nur noch als ausgleichendes Auffangemittel zu einem unwesentlichen Beiwerk werden läßt. Bei einer Wasserwand entstehen für die Abführung in geschlossenem Zuge offenbar konstruktive Schwierigkeiten, die zu teueren Anlagen führen; noch mehr aber bei offenen Gerinnen, bei welchen übrigens zur Beruhigung des Abflusses im Unterwasser eine Verbreiterung des Profils sonst als durchaus zweckentsprechend angesehen werden muß, so daß für den Absturz auf bloß einfach wasserabführende Werke solche teueren und gekünstelten Anlagen nicht mehr angebracht sind, und gegebenenfalls nur noch bei Kraftwerken in Frage kommen könnten, wo aber ein freier Abfall anstatt einer Rohrleitung wohl nur selten noch gegeben erscheint. Es empfiehlt sich, die erwähnten Maßnahmen zur Beruhigung des Wasserabflusses in Rücksicht auf die Unterhaltungskosten des Wasserlaufes nicht zu weit talwärts hinauszuziehen. Wie aus der allgemeinen Geschwindigkeitsformel für die Fließbewegung $c = k \sqrt{RJ}$ oder auch $c = k,\ T^{0{,}75}\, J^{0{,}50}$ ersichtlich wird, ist der Aufwand zur Herstellung des zum Abfluß benötigten Gefälles J im Verhältnis zum Stoßeffekt nur vernachlässigend gering.

Die Abflußgeschwindigkeit hängt von der freien oder durch die Erosion (Ausspülung, Auskolkung) noch frei zu machenden Durchflußweite ab, wodurch sich deren mittlere Durchflußgeschwindigkeit des näheren bestimmt. Für die Angriffe auf den Untergrund, also Boden (Sohle) und Wandungen ist aber die dort herrschende ermäßigte Geschwindigkeit an der Sohle v_s entscheidend. Diese kann nach dem Vorhergehenden zu etwa $v_s = 0{,}72\ v$ geschätzt werden. Die größten noch zulässigen Geschwindigkeiten in offenen Gräben (Gerinnen) pflegen im allgemeinen angenommen zu werden für Sohlengeschwindigkeiten bei:

Schlammiger Erde, Ton zu rund . .	0,08 m
Feinem Sand	0,10 m
Lehm und fettem Ton	0,15 m
Flußsand	0,30 m
Kiesigem Boden	0,70 m
Grobsteinigem Boden	0,95 m
Lagerhaften Gebirgsarten	1,80 m
Harten Felsenarten	3,20 m

Aus den im Vorhergehenden angegebenen Beziehungen und ihren Unterlagen können dann die Angriffe auf ein be-

Digitized by Google

stehendes oder durch Ausspülung noch zu schaffendes Wasserpolster oder auch die erforderlichen Abmessungen für die Anordnung eines solchen sowie ferner die Zustands- und Abfluß-Verhältnisse für eine solche Anlage beurteilt und näher bestimmt werden.

Wird die Abflußgeschwindigkeit im Absturzbecken bezw. dem Abflußablauf des Wassersturzes größer wie die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Wellenbewegung, die die Grundlage der allgemeinen Turbulenz des unvollkommenen Fließens bildet, so entstehen bekanntlich infolge der Überholung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellenschwingung durch die Abflußgeschwindigkeit Störungen in der allgemeinen Wasserbewegung, welche infolge Stoßverlustes und dadurch bedingter Absenkung der Wasseroberfläche zur scheinbaren Weiterbeförderung des Wellenimpulses dem bewegten Wasser Kräfte zu entziehen versuchen müssen, wodurch eine Verzögerung des fließenden Fortschreitens veranlaßt wird, die die heranschießenden Wassermassen aufhält und die dann, da ihnen kein anderer Ausweg mehr verbleibt, vermöge ihrer lebendigen Kraft zum scheinbaren Überbrechen nach stromaufwärts veranlaßt, somit einesteils Kraft frei macht für den folgenwollenden Wellenimpuls, der aber wegen zu geringer Wassertiefe sich nicht eigenmächtig fortpflanzen kann, sondern sich jeweilig neu wieder bilden muß, anderenteils überschüssige Kraft der Fließbewegung durch Reibung mittels vertikaler Wirbelbildung herausnimmt und sie durch Wärmebildung vernichtet. Die überschießende Fließgeschwindigkeit vermehrt die Geschwindigkeit der vorwärts schwingenden Teilchen am Wellengipfel und verzögert diejenigen der rückwärts gehenden am Wellenfuße, verursacht daher ein Überbrechen der Welle, dessen überschießendes Wasser durch die Strömung in nach aufwärts drehende flache Deckwalzen verwandelt wird. Dieser geschilderte Zustand des Abflusses wird vielfach als ein Schießen des Wassers, die vertikalen Wirbelbildungen werden als Walzen und, da sie die Oberfläche mit ihrem Streuwasser stationär bedecken, speziell als sogen. Deckwalzen des näheren bezeichnet. Sie werden bei voller Erstreckung über das Profil in stationärem Zustand als Kriterium des besonderen Fließzustandes des Schießens im Wasserabfluß erachtet. Abtreibende oder nur partiell die Wasserbreite deckende Walzenbildungen lassen auf ein nur unvollkommenes Schießen schließen. Es liegt also in diesem Phänomen ein Akt der natürlichen Selbstregulierung vor. Diese wird erst nötig, wenn die Abflußgeschwindigkeit die mögliche Wellenfortpflanzungsgeschwindigkeit erreicht. Diese kann daher nicht überschritten werden, andernfalls treten wirre, sich selbst verzehrende, hemmende Bewegungen ein. Das Gefälle wird künstlich verflacht. Die Walzen sind, wie gesagt, Wirbel mit wagerechter Achse und wie diese infolge der Reibungseinflüsse bei der Fließbewegung durch Drehmomentsbildung entstehende Rotationsgebilde, deren innere Teilchen durch Reibungskräfte miteinander in Verbindung stehen, und dadurch in ihrem Inneren befähigt sind, Kräfte aufzuspeichern und diese gegebenenfalls — also bei Überschuß — zu vernichten durch Überführung in Wärme. Die eigentlichen Wirbel, also die mit senkrechter Achse, regulieren dementsprechend offenbar die Fließbewegung der Breitenerstreckung nach. Sie sind die Ursachen der Gegenströmungen. Die Wirbel und die verwandten Walzen sind ausgesprochene Reibungsgebilde. Sie können deswegen nur in unvollkommenen Flüssigkeiten, also in solchen von zähflüssiger Beschaffenheit, vorkommen. Sie bewegen sich daher stets, mit der sie erzeugenden angrenzenden Geschwindigkeit übereinstimmend, nach der entgegengesetzten Richtung drehend. Die Wirbel übertragen im allgemeinen keine wesentlichen Kräfte. Die Deckwalzenbildungen sind daher ohne sehr bedeutsamen Einfluß auf den Effekt des ursprünglichen Wasserstoßes. Die wogenden und die wirbelnden Gebiete einer Wasserfläche pflegen sich genau abgegrenzt von einander zu scheiden. Die Wirbel in dem natürlichen, also stets zähflüssigen Wasser sind nicht zu verwechseln mit den theoretischen quirlständigen Wirbeln in vollkommenen Flüssigkeiten nach v. Helmholtz, das sind potentielle, somit reibungslose Rotationsbewegungen in geschichteter, von einander unabhängiger Anordnung, welche aber wegen der verhältnismäßig geringfügigen Reibungswiderstände des Wassers für die praktischen Wirbelbewegungen bei wissenschaftlichen Untersuchungen, ähnlich wie die theoretischen Stromlinien für die materiellen Stromfäden, substituiert zu werden pflegen, wie dies u. a. auch bei den neuesten Untersuchungen über Wirbel durch v. Karman und Rubach geschehen ist.

Sollen im Wasserabflußgerinne Deckwalzenbildungen vermieden werden, welche natürlich auf den Bestand und die Unterhaltung des Wasserbettes ungünstig einwirken, so muß dem Wasserlauf in bezug auf seine Wasserführung eine bestimmte Tiefe als Grenzmaß gegeben werden, die nicht überschritten werden darf. Für diese Forderung kann ein Anhalt durch folgende Beziehung gewonnen werden, nämlich für die Breiteneinheit:

$$c = \frac{Q}{t} = \sqrt{g\,t}, \text{ woraus folgt } t \geq \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g}} \text{ und } c \leq \sqrt[3]{g\,Q}.$$

Deckwalzen sind daher im allgemeinen nur bei der Abführung großer Wassermassen für die Breiteneinheit zu erwarten. Sollen oder müssen die Deckwalzen aber zugelassen werden, so geben bei der Auffassung derselben als Reibungswirbel mit wagerechten Achsen nachstehende Beziehungen über deren Größe und Wirkung einen angenäherten Anhalt. Wird nämlich die Umfangsgeschwindigkeit eines kreisförmigen Wirbels gleich der Strömungsgeschwindigkeit, so beträgt der Halbmesser nach der vorher angezogenen Abhandlung des Verfassers, um einen angenäherten Begriff zu geben, etwa $r = \frac{16\,g\,k\,v}{\gamma}$, wobei, wie früher, k dem entsprechenden Reibungsbeiwert der Bazin'schen Geschwindigkeitsformel gleichgesetzt werden darf. Die Arbeitsleistung der kreisförmigen Wellen — wie Walzenbewegung zur Beurteilung des Aufwandes an dem Wasser zu entziehender Energie, zwecks Wärmeerzeugung zur Verminderung der Fließgeschwindigkeit, kann durch rohe Überschlagung als bewegte Masse angenähert abgeschätzt werden für die Breiteneinheit zu A = Gewicht mal Weg, also $A = k_0\,(\gamma\,\pi\,r^2)\left(2\,\pi\,\frac{r}{2}\,\frac{v}{2}\right) = \frac{k_0}{2}\gamma\,\pi^2\,r^2\,v$, als Reibungsarbeit aber zu $A_1 = (k\,\pi\,r^2\,v^2\,v)\,\frac{v}{2} = \frac{k}{2}\,\pi\,l^2\,v^4$ wobei k_0 der reine Reibungswert für Wasser auf Wasser zu rund 0,01 und k derjenige für das Wasserbett bedeuten. Welche der beiden Beziehungen sich für die Anwendung empfiehlt, und welche Berichtigungen eventl. noch vorzunehmen sind, kann erst eine längere Erfahrung lehren. Die Walzen sind aber, namentlich wenn es sich um wilde Ausgleichsbewegungen handelt, nur selten kreisförmiger, sondern meist unregelmäßiger, oft recht flacher Gestaltung. Es macht somit Schwierigkeiten, den entsprechenden Kreishalbmesser für eine gleichmäßige Umdrehung festzustellen, um sie für vorstehende Ausdrücke betreffend die Reibungsarbeit anwenden zu können. Für eine rein schießende Fließbewegung ist aber der Kreisdurchmesser anscheinend durch die Wassertiefe gegeben, der mit dem Unterschied der Geschwindigkeiten der Fließbewegung und der Wellenfortpflanzung rückwärts dreht. Statt dieses Verfahrens dürfte es sicherer sein, durch eine geeignete Geschwindigkeitsformel das Gefälle für die Wellenfortpflanzungsgeschwindigkeit zu ermitteln und den Unterschied mit dem Gefälle der Fließgeschwindigkeit festzustellen. Das bewegte Wassergewicht mal dem Gefälleunterschied und mal der Wassergeschwindigkeit wird dann den gesuchten Mehraufwand an Arbeit darstellen $A_2 = v\,(J_0 - J_w)$.

Der abfallende, dann gewendete Strahl muß in das meist weit höhere Profil des Unterwassers übergeführt werden. Hierzu benötigt es einer mehr oder weniger langen Umbildungsstrecke, deren Ausdehnung nicht nur von der Höhe, dem Einfallswinkel und der Wassermenge des stürzenden Strahls, sondern auch von der Form und Be-

Digitized by Google

schaffenheit des Sturzbettes wesentlich abhängt. Es können in Betreff der Form des Sturzbettes folgende Hauptanordnungen unterschieden werden: 1. die horizontale Lage, 2. die geneigte Lage und zwar flußabwärts, 3. flußaufwärts, 4. und 5. diese letzteren beiden in gekrümmter, natürlich konkaver, Anordnung, 6. bis 10. in vertiefter Ausführung unterhalb der Sohle des Unterwassers als sogen. Absturzbecken, Wasserpolster oder Wasserkissen mit den vorhergehenden Anordnungen in der Bodenneigung, und ferner 11. bis 15. diese Austiefungen am abfließenden Ende mit einer über die Flußsohle erhöhten abschließenden Querwand (Traverse, Gegenwehr) versehen. Diese verschiedenen Formen üben einen großen Einfluß aus auf die Lage und Ausdehnung der Umbildungsstrecke und die in ihr stattfindende Wasserbewegung, sowie auf eine etwaige Abhebung des ablaufenden Strahles von der Sohle. Im großen ganzen kann allgemein Nachfolgendes dazu gesagt werden:

Neigungen des Abfallbodens flußabwärts rücken die Umbildungsstrecke von der Einfallsstelle ab und verlängern erstere. Für das Gegengefälle ist das Umgekehrte der Fall. Die Annäherung an den Abfall gefährdet natürlich mehr das Bauwerk. Die größere Länge der Umbildungsstrecke erfordert aber offenbar auch größere Aufwendungen. Eine kurze Zusammendrängung kann indessen zu verstärkten örtlichen Angriffen führen. Die Rauhigkeit des Wasserbettes übt einen günstigen Einfluß aus auf die Geschwindigkeitsverminderung des Abflusses, verkürzt also die Umbildungsstrecke, kann aber bei übermäßiger Ausbildung zu örtlichen verstärkten Angriffen führen, welche offenbar kräftigere, teuerere Anlagen und größere Unterhaltungskosten erfordern. Flaches Wasser entfernt und verlängert die Umbildungsstrecke im Gegensatz zu tiefem Wasser. Schiefe Einfallswinkel des Strahles geben zur Verschiebung der Umbildungsstrecke, zu Reflektionen, also zum Abheben des Strahls vom Boden, Anlaß. Wasserbecken von sehr geringer Tiefe werden durchschlagen, geben daher zu hohen Spritzern und zum Auswaschen Anlaß und bieten daher dem Boden keinen besonderen Schutz, der aber doch gerade verlangt wird. Gekrümmte Sohlen befördern offenbar die Auswaschung, geben aber dem Strahl bessere Richtung und Führung. Tiefe Absturzbecken gewähren nicht nur der Sohle vollkommenen Schutz, sind also am Fuße des Bauwerks am nötigsten, sondern erleichtern auch die Ablenkung des einfallenden Strahles infolge Verminderung seiner Abflußgeschwindigkeit und verkürzen somit die Umbildungsstrecke, demnach auch die Länge des Beckens selbst. Durch tiefes Wasser wird der abfließende Strahl breiter (dicker), die Bewegung also ruhiger und der Übergang zum Unterwasser besser. Eine größere Vertiefung des Beckens abwärts bietet eine erleichterte Überführung des Strahles und eine Erniedrigung von dessen Abhebung, ist aber, gleichen Schutz für den Fuß des Bauwerkes vorausgesetzt, natürlich die teuerere Lösung wie bei der entgegengesetzt gerichteten Ausgestaltung der Sohle. Wasserbrechende erhöhte Abschlüsse des Sturzbeckens verkürzen dessen sonst erforderliche Länge sehr, geben aber zu einem starken Abheben des Strahles Anlaß, der dann wiederum jenseits störende Abfälle hervorrufen kann, die ungünstigen Falles die Umbildungsstrecke weiter zu verlängern imstande sind. Hohe Querwände bei großen Tiefen unmittelbar davor können unter Umständen zu unvorteilhaften Reflektionswirkungen mit Erhöhung etwaiger Wellenkämme bis zum 1,7fachen führen, so daß anscheinend für viele Fälle bei der Anlage von erhöhten Querwänden ein Ansteigen der Beckensohle dorthin wohl die zweckmäßigere Lösung sein kann. Die Überleitung des Strahles soll tunlichst so erfolgen, daß nach oben steil abfallende Walzenbildungen, die dort also eine Art sogen. Wassersprungs bilden, auf der Wasseroberfläche nicht dem Bauwerk zu nahe kommen, da sonst zu leicht treibende, zeitig nicht zum Abfluß gelangende Körper durch den rückwärts drehenden Strudel gegen die Wand des Bauwerks in letztere gefährdender Weise gestoßen werden können. Dünne, reißend fließende Strahlen sollten möglichst bald durch Verdickung und Verlangsamung ihrer abschleifenden Wirkung auf die Sohle enthoben werden, besonders wenn scharfe oder grobe Sinkstoffe mitgeführt werden, da die hierdurch veranlaßten Abschleifungen mit der Zeit meist schädliche Wirkungen äußern werden, wie selbst bei hohen Abstürzen kaum die gewöhnlich verhältnismäßig nicht sehr hoch ausfallenden Bodenpressungen, die bei festem Gestein keinen oder doch nur einen besonderen Schutz beim Vorhandensein von Spalten, Rissen, unzuverlässigen Einschließungen usw. verlangen. Selbst guter Stampfbeton starken Zementgehalts ist gegen das Abschleifen recht empfindlich, so daß er in solchen Fällen vermieden oder mittelst eines sicheren Naturgesteins verkleidet werden sollte. Gewalzte Eisen- und Stahlbleche, die schnell blank geschliffen werden, pflegen, namentlich bei Anwesenheit aktiver, freier Kohlen- und Humussäure, bald angefressen zu werden. Bei einem nicht festen Anliegen der Eisenverkleidung an ihrer Rückseite treten leicht Zerstörungen auf. Diese Art Verkleidungen haben sich daher im allgemeinen nicht bewährt.

Scharfe Richtungsänderungen im Zuge des eigentlichen, talwärts strebenden Wasserstrahles innerhalb der Umbildungsstrecke werden in Ausgleichung mit dem meist höher liegenden Spiegel des Unterwassers durch begrenzende Walzenbildungen zu einem schlank gestalteten Wasserbande vereinigt, das dann oft den Zug des eigentlichen Strahles verdeckt. Bei dem Entwurf zu der betreffenden Bauwerksanlage empfiehlt es sich daher, auf Grundlage der örtlichen Verhältnisse unter Beachtung der verfügbaren Mittel nach den hier gemachten Ausführungen zweckentsprechend die Absturzanordnung zunächst nach Art und Ausdehnung festzustellen und in diese Form den eigentlichen umzubildenden Strahl aus freier Hand gemäß seiner zunehmenden Stärke sinnentsprechend einzutragen und dann das bewegte Wasserband durch die erforderlichen begrenzenden Walzenbildungen zu vervollständigen. Es wird sich dann bald ergeben, ob die gewählte Anordnung und die angenommenen Abmessungen passend erscheinen oder ob sie noch der Abänderungen und nach welcher Richtung hin bedürfen. In zweifelhaften Fällen oder zur Kontrolle sind, wenn irgend möglich, Modellversuche sehr angebracht.

Aus der Vereinigung der Einzelwiderstände, deren Bestimmung für die wesentlichen Hauptposten im Vorhergehenden angegeben worden ist, während für untergeordnete Hinderungen gegebenenfalls noch ein kleiner prozentualer Zuschlag bezw. eine entsprechende Abrundung nach oben in Betracht kommen könnte, berechnet sich der Gesamtwiderstand, der, falls ein gleichmäßiger Abfluß im Beharrungszustand erzielt werden soll, den Effekt des Wasserstoßes aufzehren muß, so daß dieser zu Null wird. Wenn auch für eine solche Art der Fließbewegung richtiger Weise eigentlich die vorhandene Beschleunigung der entstehenden Verzögerung gleich gesetzt werden muß, so dürfte ohne großen Irrtum dieses auch für die treibende Kraft und den Widerstand noch zulässig erscheinen. Besteht aber kein Gleichgewicht, so liegt eine unregelmäßige, beschleunigte, demnach also meist eine noch wilde Bewegung vor, welche im Interesse der Erhaltung des Wasserlaufes später noch auf künstliche Weise zu regeln sein wird, falls dieser es nicht selbst auf unschädliche Weise zu tun vermag. Aus einer Unstimmigkeit in der Gleichgewichtsbedingung geht aber andererseits hervor, daß bei den ermittelten Widerständen die gemachten Voraussetzungen und Annahmen nicht richtig sind, und demnach einer angemessenen Änderung zu unterziehen wären. Aus der Vergleichung und Nachprüfung der Ergebnisse wird sich vielfach ohne Weiterungen schon ersehen lassen, wo die betreffenden Fehler sitzen und wie sie abzuändern sein werden. Nach gewissen Versuchs- und Proberechnungen wird wohl meist das erstrebte Ziel erreicht werden können.

Digitized by Google

Wenn der Absatz stockt — muß die Reklame sofort einsetzen!

Bei den heutigen Reise- und Portospesen ist und bleibt die Anzeigenreklame in einer weitverbreiteten Fachzeitschrift für den Geschäftsmann der beste Kundenwerber. — Die Anzeige trägt das Angebot in viele tausend ernste Interessentenkreise des In- und Auslandes, weckt dort ständig Kaufentschlüsse und steigert somit den Waren-Umsatz in erheblichem Umfang. In Ihrem diesjährigen Reklame-Etat sollte daher unter keinen Umständen „Die Wasserkraft" fehlen, weil diese auf wasserwirtschaftlichem Gebiet in ganz Deutschland die größte und einflußreichste Fachzeitschrift ist, die außer einer großen Verbreitung in Deutschland, auch zahlreiche treue Abonnenten im Ausland besitzt. Verlangen Sie daher bitte sofort unter Angabe der Anzeigengröße ein unverbindliches Preisangebot von der Anzeigenverwaltung der „Wasserkraft", München, Herrnstr. 10.

Hierbei werden natürlicherweise Erfahrung und praktischer Blick fördernd mitwirken, während der Anfänger mehr Zeit wird aufwenden müssen. Die Analyse wird so, und zwar in übersichtlicher Weise, jeder Zeit, und in ihren einzelnen Posten unabhängig voneinander und vom Ganzen, sich ändern und berichtigen lassend, allerdings einige Versuchsrechnungen erfordernd, meist sicher sich zum Abschluß bringen lassen, während die Anwendung langatmiger, mitunter recht zweifelhafter, oft verwickelter Formeln nicht immer dieselbe Sicherheit und Übersichtlichkeit gewähren dürfte. Es ist eben schwierig, komplexe Verhältnisse übersichtlich und voll erschöpfend in einem Ausdruck zusammenzufassen. Solche Formeln, deren Herleitung auf sogen. rein wissenschaftlicher Erkenntnis mit dem meist für notwendig erachteten Aufwand von mathematischem Beiwerk, aber leider mitunter auf wenig der Wirklichkeit entsprechenden sicheren Annahmen, die dann den Wert der ganzen Deduktion recht zweifelhaft erscheinen lassen, beruht, werden von den ausübenden Praktikern oft recht störend empfunden. Gerade das, was vielfach und in einfacher Klarlegung und Darstellung gesucht wird, findet sich häufig nicht in den umfangreichen gelehrten Werken oder nicht in brauchbarer Weise, so daß mit dem weltweisen Dichter und großen Naturforscher Goethe wohl mitunter gesagt werden könnte: „Ein großer Aufwand unnütz ward vertan".

Durch die vorstehende Analysierung der Wirkungen des Wasserstoßes beim freien Fall auf Werke sind Unterlagen gewonnen worden, die befähigen, die Beanspruchung und gegebenenfalls die Ausspülung der Aufnahmeanlagen näher zu ermessen, sowie die für etwaige Wasserpolster erforderlichen Maßnahmen und Abmessungen zu bestimmen. Bei sinngemäßer Anwendung der gemachten Ausführungen auf die durch Stauungen, Wirbelbewegungen und ähnliche Einflüsse an Wasserbauten entstandenen Wirkungen auf diese Werke selbst, den Untergrund und die Ufer können die zur Erhaltung benötigten Erfordernisse in gleicher Weise unschwer ebenfalls ermittelt werden. Doch soll infolge Raummangels hier auf die Erörterung dieser Angelegenheit nicht weiter eingegangen werden, wie denn auch aus selbigem Grunde die Abhandlung abgeschlossen werden soll. Für den nicht mit der Materie voll vertrauten Leser dürften vielleicht einige gelegentlich eingestreute Nebenbemerkungen von einigem Nutzen sein.

Die Be- und Entwässerung durch Hydropulsoren

Zu unserem Artikel in Heft 23 vom 1. Dezember 1922 geht uns folgende Zuschrift zu:

In seiner Abhandlung behandelt Ingenieur Fritz Hoyer die Frage der Anwendungsmöglichkeit der Hydropulsoren, einer Erfindung des Regierungs- und Baurates Abraham, für welche die Ottenser Eisenwerke bei Hamburg das Ausführungsrecht besitzen. H. sagt insbesondere, daß die Hydropulsoren eine Lösung des Problems der Ausnutzung von Ebbe und Flut gebracht hätten, und führt als Beispiel eine Anlage an der Oste ((Regierungsbezirk Stade) an. Diese ist geschaffen für den „Hüller Schöpfwerksverband". hat aber den gestellten Erwartungen in keiner Weise entsprochen, sodaß mit einem Ersatz durch ein anderes Schöpfwerk gerechnet wird.

Der Mißerfolg hat seinen Grund einerseits in konstruktiven Mängeln der Hydropulsorenanlage, u. a. ungenügender Anpassungsfähigkeit an das wechselvolle Gefälle, andererseits in der Ungeeignetheit der örtlichen Verhältnisse.

Die konstruktiven Mängel, soweit sie rein maschinentechnischer Art waren, sind inzwischen an anderen Stellen durch Verbesserung vermieden worden und es kann H. insofern zugestimmt werden, als die Hydropulsoren als Hilfsmittel zur Ent- und Bewässerung der Ländereien eine beachtenswerte Erscheinung sind; daß sie eine allgemeine Lösung des Problems der Ausnutzung von Ebbe und Flut gebracht hätten, kann jedoch vorläufig nicht zugegeben werden.

Ein Hauptmangel, der sich auch durch Konstruktionsverbesserung nicht vermeiden läßt, ist die Notwendigkeit, daß bei jedem Tidewechsel die Schützen oder Schieber, welche die Zuführung des Flutwassers regeln, umgestellt werden müssen. Der Tidewechsel verschiebt sich von Tag zu Tag, sodaß der angestellte Wärter zu allen möglichen Tages- und Nachtzeiten auf dem Posten sein muß. Eine ordnungsmäßige Bedienung verursacht also erhebliche Kosten und es hat sich bei Hüll gezeigt, daß hier eine ordnungsmäßige Bedienung nicht erfolgt ist. Hinzu kommt noch die Gefahr, daß die Höhe der Flut oftmals nicht vorausgesehen werden kann. Ein Schließen der Deichschleuse bei einströmendem Wasser war oft nicht möglich, wenn die Wasserstände begannen, eine gefährliche Höhe anzunehmen.

Ein fernerer Mangel ist, daß der freie Abfluß des Wassers, wie er bei jeder Schöpfwerksanlage möglichst erhalten werden muß, durch Einbauten derartig gehemmt ist, daß die Entwässerung der Ländereien schlechter ist als früher. Bei der Hüller Anlage kommt nun besonders

Digitized by Google

hinzu, daß der Ebbe- und Flutwechsel an der Schöpfstelle gering ist, daß also die Betriebswassermenge relativ groß sein und infolgedessen die Grundfläche des Aufspeicherungsbeckens eine höchst unwirtschaftliche Ausdehnung haben muß. Da es sich bei Entwässerungsanlagen im Ebbe- und Flutgebiet immer um wertvolles Gelände handelt, so spielt dieser Punkt eine wesentliche Rolle bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung einer solchen Anlage. Weitere Schwierigkeiten haben sich bei Hüll gezeigt, indem die Deiche des Aufspeicherungsbeckens nicht dicht waren und auch trotz vielfacher Versuche nicht dicht geworden sind. Eine Verwässerung der anliegenden Grundstücke ist die Folge. Ein schwerwiegender Nachteil ist aber auch die erhebliche Verschlickung des Beckens, sodaß entweder alljährlich eine Ausräumung desselben stattfinden muß, oder aber der Nutzeffekt der ganzen Anlage von Jahr zu Jahr zurück geht.

Was weiter die Anwendung der Hydropulsoren für die Entwässerung von Moorländereien anbetrifft, so erscheint es mir zweifelhaft, daß für diesen Zweck größere Erfolge zu erwarten sind, denn meistens sind gerade bei den Moorflächen die Wasserverhältnisse derartig, daß die Schaffung kleinster Gefälle durch Stauanlagen, wie H. sie vorschlägt, kaum das nötige Betriebswasser bringen wird.

Klaus, Regierungs- und Baurat.

Die Großwasserkraftverwertung in Österreich nach dem Stande Ende Dezember 1922

(Mitgeteilt vom ö. Wasserkraft- und Elektrizitätswirtschaftsamte.)

Nr.	Land	Ausbauwürdige Großwasserkräfte mit mindestens 1000 PS Jahresmittelleistung	Bis 1920 bereits ausgebaute Groß- und Kleinwasserkräfte PS Jahresmittelleistung	In den Jahren 1921 und 1922 waren im Bau Großwasserkraftanlagen: Name der Anlage	Bauherr	Vollendungszustand (zirka vH fertig)	Jahresmittelleistung PS einzeln	Jahresmittelleistung PS zusammen
I.	Kärnten			1. Mallnitzwerk	Elektrisierungsamt der ö. Bundesbahnen	11	8 000	
				2. Radenthein-Kraftwerk bei Kaming	Österr.-amerik. Magnesit-G. m. b. H.	100	2 000	
				3. Weißensteinkraftwerke Mögere und Tscheiritz	Chemische Werke, G. m. b. H.	100	2 700	
				4. Ferlachkraftwerk am Loiblbach	Kärntn. Eisen- u. Stahlwerks-Ges.	100	1 900	
				5. Wietersdorf	Kraftwerk Wietersdorf	—[1]	1 000	
				6. Brückendorf	Gemeinde St. Veit a. d. Glan	100	1 000	
				7. Arriachwerk	Stadtgemeinde Villach	5	1 200	
		260 000	11 100	8. Kraftwerk am Forstsee oder am Freibach oder am Tieblbach	Stadt Klagenfurt	—	—	17 800
II.	Niederösterreich Land			1. Werk Stollhofen a. d. Traisen (rechter Werksbach)	Niederösterreichische Elektrizitätswirtschafts-Aktiengesellschaft (NEWAG) Wien	100	200	
				2. Kehrbachwerk Föhrenwald		85	1 000	
				3. Kraftwerk Erlaufboden und Trübenbach		25	2 600	
				4. Kehrbachwerk Brunnenfeld		15	1 200	
				5. Traisenwerk Oberndorf a. d. Traisen rechter Werksbach		3	1 000	
				6. Leitungsnetz Traisental u. Tullnerfeld (400 km) einschl. aller Verteilungsnetze		60	—	
				7. Leitung Semmering (50 km)		—	—	
				8. Leitung Marchfeld (450 km)		—	—	
				9. Kraftwerk Merkenstetten a. d. Erlauf		—[2]	800	
				10. Kraftwerk Purgstall a. d. Erlauf		—[2]	1 100	
				11. Kraftwerk Pöggstall (Spitzenwerk) am Weitenbach		—[2]	800	
				12. Kraftwerk Brodersdorf a. d. Leitha		—[2]	1 200	
				13. Kraftwerk Krumau am großen Kamp		—[2]	6 000	
				14. Fernleitung zu diesem Kraftwerke (90 km)		—	—	
				15. Verteilungsnetz hiezu (50 km)		—	—	
				16. Erlaufkraftwerk	Gemeinde Melk	95	900	
				17. Kremskraftwerk Hohenstein	Gemeinde Krems	100	1 000	
				18. Piestingkraftw. Blumau I. St.	Kraftwerke Blumau; Gemeinwirtschaftliche Anstalt	60	1 700	
				„ „ II. St.		—	—	
		238 000	18 300	19. Ybbskraftwerk „Schwellöd"	Stadt Waidhofen a. d. Ybbs	75	900	20 400
Fürtrag		498 000	29 400					38 200

[1]) nicht nachgewiesen. — [2]) in Vorbereitung.

Digitized by Google

Nr.	Land	Ausbauwürdige Großwasserkräfte mit mindestens 1000 PS Jahresmittelleistung	Bis 1920 bereits ausgebaute Groß- und Kleinwasserkräfte	In den Jahren 1921 und 1922 waren im Bau Großwasserkraftanlagen: Name der Anlage	Bauherr	Vollendungszustand (zirka vH fertig)	Jahresmittelleistung PS einzeln	Jahresmittelleistung PS zusammen
Übertrag:		498 000	29 400					38 200
III.	Wien		1 600	1. Wasserkraftwerk an d. Ybbs bei Opponitz mit Starkstromfernleitung von Opponitz nach Wien, sowie Unterwerk in Wien, Fernleitungslänge rund 140 km	Wasserkraftwerke-Aktiengesellschaft (WAG), Wien . . .	22	14 000	14 000
IV.	Oberösterreich	372 000	32 100	1. Großkraftwerk Partenstein a. d. Großen Mühl samt Fernleitung Linz-Steyr u. kalorischer Reserve in Steyr . .	Oberösterr. Wasserkraft- und Elektrizitäts-Aktiengesellsch. (OWEAG) Linz	39	13 000	26 500
				2. Erweiterung der Gosauwerke (Obere Gosaustufe)	Elektrizitätsw. Stern & Hafferl-A.-G., Gmunden	20	10 000	
				3. Rannawerk	„	3	3 500	
V.	Salzburg	115 000	15 600	1. Liechtensteinklammwerk bei St. Johann im Pongau (Obere Stufe)	Elektrizitätsw. Stern & Hafferl-A.-G., Gmunden	100	4 400	20 800
				2. Strubklammwerk als zweite Stufe des Wiestalwerkes .	Städt. Elektrizitätswerke Salzburg	30	3 600	
				3. Kraftwerk an der Fuscherache (Bärenwerk)	Salzburger Aktiengesellschaft für Elektrizitätswirtschaft, (SAFE) Salzburg	75	6 300	
				4. Lungauer Murfallwerk samt 45 km Fernleitung	„	92	700	
				5. Stubachwerk	Elektrisierungsamt d. ö. Bundesb.	5	5 800	
VI.	Steiermark	295 000	32 700	1. Kraftwerk a. d. (Kainisch) Ödensee-Traun b. Straßen .	Chemische Werke Bad Aussee	35	3 600	30 450
				2. Kraftwerk a. d. Pöls bei Katzling	Pölser Papierfabriks-G. m. b. H.	100	2 500	
				3. Kraftwerk a. d. Pöls bei Hötzendorf.	„ „	—[1])	3 150	
				4 Teigitschkraftwerk Unterstufe samt 60 000 V Fernleitung nach Graz u. Transformation	Steirische Wasserkraft- u. Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft (STEWEAG) Graz	15	10 000	
				5. Kalorische Reserve für Mittelsteiermark, Erweiterung des bestehenden Elektrizitätswerkes der Stadt Graz . .	„	85	2 000	
				6. Kraftwerk a d. Mürz zwischen Kapellen u Kohleben	Bleckmann-Stahlwerke, A.-G. Mürzzuschlag	—[2])	1 600	
				7. Kraftwerk am Triebenbach in Trieben	Veitscher Magnesitwerke, A.-G.	3	3 100	
				8. Kraftwerk a. d. Mur b. Gratwein I. Stufe	Leykam-Josefstal, A.-G. für Papier- und Druckind., Wien	40	1 000	
				II. Stufe	„	—	3 500	
VII.	Tirol	303 000	41 500	1. Ruetzwerk, Erweiterung . .	Elektrisierungsamt d. ö. Bundesb.	85	6 850	7 600
				2. Kraftw. a. d. Jochbergerache	Bergwerksverwaltung Jochberg	100	750	
VIII.	Vorarlberg	85 000	17 500	1. Spullerseewerk	Elektrisierungsamt d. ö. Bundesb.	40	4 400	23 700
				2. Gampadelzkraftwerk . . .	Land Vorarlberg, Bezirksverband Oberschwäbischer Elektrizitätswerke in Biberach (OEW)	10	2 300	
				3. Lünersee, Vermunt Parthennen a. d. oberen Ill . . .	Bündner Kraftwerke-Akt.-G. in Chur (B. K.)	3	17 000	
Summe:		1 668 000	170 400					161 250

[1]) nicht nachgewiesen. — [2]) in Vorbereitung.

Digitized by Google

Verteilt man das Endergebnis dieser Darstellung nach Eigenart und Form der Unternehmungen, so ergibt sich folgendes Bild:

Eigenart und Form der Unternehmung	Bis Ende 1921		Bis Ende 1922	
	waren im Bau Großwasserkraftanlagen mit einer Gesamtjahresmittelleistung			
	Anzahl	PS	Anzahl	PS
A) Bundesbetriebe.				
I. Eisenbahnen	4	25 050	4	25 050
II. Andere Bundesbetriebe .	1	750	1	750
Summe A:	5	25 800	5	25 800
B) Stromlieferungsunternehmungen.				
III. Private A.-G.	5	42 400	18	72 800
IV. Städte und Gemeinden .	7	9 600	8	10 300
V. Länder	3	8 600	3	25 600
Summe B:	15	60 600	29	108 700
C. VI. Eigenanlagen . .	6	14 400	12	26 750
Summe C:	6	14 400	12	26 750
Summe A + B + C:	26	100 800	46	161 250

Die Demarkationslinien zwischen den unter III, IV und V dargestellten Betätigungsgebieten der privaten A.-G., der Städte und Gemeinden und Länder sind keineswegs starr, da durch gewährte Garantien, Zuschüsse usw. einerseits Interessengemeinschaften zwischen Gebietskörperschaften und privaten A.-G. andrerseits zwischen Gebietskörperschaften untereinander bestehen.

Bemerkenswert sind immerhin die relativ günstigen Erfolgsziffern der Eigenanlagen. Bis 1920 waren von Groß- und Kleinwasserkräften 170 400 PS ausgebaut.

Im Jahre 1921 (siehe E. u. M. 1922, Heft 8, S. 85) wurden 26 Großwasserkraftanlagen mit 100 800 PS, im Jahre 1922 20 Anlagen für eine weitere Jahresmittelleistung von 60 450 PS in Angriff genommen. In den Jahren 1921 und 1922 wurden also der Jahresmittelleistung nach fast ebensoviele Großwasserkräfte erschlossen, als bis zum Jahre 1920 überhaupt Wasserkräfte ausgebaut worden sind.

Die bei den einzelnen Großwasserkraftanlagen ausgewiesenen Prozentziffern des Vollendungszustandes lassen erkennen, daß der durchschnittliche Vollendungszustand ungefähr bei 30 vH liegt. Für die Prosperität der bisherigen Investitionen ist von wesentlicher Bedeutung, daß ein Großteil dieser Arbeiten noch unter Ausnützung nennenswerter Spannungen zwischen der inländischen Kaufkraft der Krone und ihrem Kurswert durchgeführt werden konnte.

Weitere materielle Förderung aller Aktionen leistete der Bund und die Länder durch Übernahme von Aktien, Obligationen, sowie durch die Bewilligung von wesentlichen Steuer- uud Gebührenerleichterungen, eine ganz außerordentliche Verstärkung des gesetzlichen Schutzes erfolgte durch die im Jahre 1922 in Rechtskraft erwachsene Kodifikation des Elektrizitätswegerechtes.

Die langgehegten Forderungen der elektrotechnischen Industrie sind durch diese gesetzgeberische Maßnahme erfüllt, die materielle Stellung der Stromlieferungsunternehmung ist überdies durch die steuerlichen Begünstigungen wesentlich verbessert; im Rahmen der Wirksamkeit des Bundes sind also alle Vorbedingungen und Voraussetzungen für die gedeihliche Weiterentwicklung der Energiewirtschaft geschaffen.

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Kärntner Wasserkraftwerke A.-G. In Klagenfurt fand am 28. Januar 1923 die gründende Generalversammlung der vom Ministerium des Innern bewilligten Kärntner Wasserkraftwerke A.-G. statt. Von der Landesregierung waren die Herren Landeshauptmannstellvertreter Sylvester Leer und Landtagsabgeordneter Ing. Frz. Pichler, von der Stadtgemeinde Klagenfurt Bürgermeister Professor Friedrich Wolsegger als Vertreter im Verwaltungsrat entsendet worden.

Ferner gehören dem Verwaltungsrate an die Herren: Landesregierungs-Vizepräsident i. R. Felix Posauner, welcher als Präsident der Aktiengesellschaft gewählt wurde, Gemeinderat Direktor A. Wolf, Maschinenfabrikant V. Paternioner, W. Bartling, Direktor der Einicher Eisenhandels A.-G., Ch. Ihle, niederländischer Konsul a. D. und Th. Kraßnig.

Die Aufgabe der Kärntner Wasserkraftwerke A.-G. ist, die planmäßige Elektrizitätsversorgung des Landes Kärnten durchzuführen.

Zunächst sollen Ergänzungswerke für Mittelkärnten geschaffen werden, die geeignet sind, dem Insbesonders im Winter stark fühlbaren Strommangel abzuhelfen.

In der Sitzung am 24. Februar l. J. hat der Verwaltungsrat beschlossen, als erstes das Forstsee-Speicherwerk und seine Kraftstufe am Tiebelbach zunächst Himmelberg zu Ausbau zu bringen.

Nach einem vorliegenden Projekt wird das Forstseewerk den Abfluß der zusammen rund 20 km² großen Einzugsgebiete mehrere Bäche, im Mittel 11 000 000 m³ jährlich, dem zwischen Töschling und Velden nördlich des Wörthersees und 160 m über diesem gelegenen Forstsees zuführen und mittels eines 500 m langen Stollens sowie einer 356 m langen Druckrohrleitung mit einem mittleren Nutzgefälle von 150 m in der unmittelbar am Ufer des Wörthersees anzulegenden Zentrale nutzbar machen.

Der Forstsee wird gegenüber seinem dermaligen Stande bis zu 5 m aufgestaut und um 25 m abgesenkt werden, wodurch sich ein Speicherraum von 5 600 000 m³ ergibt, welcher mit der Winter-Durchflußmenge von durchschnittlich 2 500 000 m³ die Verwertung von rund 2 570 000 kWh als höchst wertvoller und sehr begehrter Winterzuschuß- und Spitzenleistung ermöglicht. An Sommerleistung bleiben überdies durchschnittlich 940 000 kWh. Der Ausbau wird dem Spitzenbedarfe entsprechend auf 4000 PS erfolgen.

Was die baulichen Anlagen betrifft, so sind sie von sehr geringem Umfange und werden zufolge der günstigen geologischen Verhältnisse auch nur eine kurze Bauzeit beanspruchen.

Das geplante Tiebelwerk wird die 1 km lange Gefällsstrecke des Tiebelbaches vom Quellgebiete bis zur Pappenfabrik Veit in Oberboden nächst Himmelberg mit einem Nutzgefälle von 103 m verwerten. Der Tiebelbach ist vollkommen eis- und geschiebefrei und bietet den Vorzug eines natürlichen Ausgleiches, weil seine Wasserführung im November mit 1200 sl ihr Maximum erreicht, während das Minimum mit 700 sl in die Zeit der Schneeschmelze fällt, während welcher die anderen Flüsse einen Überschuß aufweisen.

Quer durch sein Quellgebiet wird ein ca. 500 m langer Fassungsgraben gezogen, an welchen sich der 1360 m lange Übergraben anschließt.

Die Druckrohrleitung, die vom Wasserschloß zu der am Tiebelbache gelegenen Zentrale führt, ist 280 m lang.

Die gesamte mittlere Jahresleistung des Werkes beträgt ungefähr 5 700 000 kWh.

Eine Verbindung des Forstseewerkes mit dem Tiebelwerke wird die Möglichkeit ergeben, in den Wintermonaten eine Spitzenleistung von 4820 bis 5320 PS zu erzielen.

Mit den Bauten soll im heurigen Frühjahre begonnen werden.

Neue schweizerische Wasserkraftanlagen. Dank dem ständig fortschreitenden Ausbau von Wasserkraftanlagen gibt es jetzt nach der letzten Statistik in der Schweiz nur mehr sehr wenige Dörfer, die kein elektrisches Licht haben und die schweizerische Industrie könnte bei dem geringen Kohlenzugang schwerlich ihre jetzige Entwicklung ohne die Hilfe

Digitized by Google

der Wasserkraft aufrecht erhalten. Ende 1920 waren die gesamten Wasserkraftwerke in der Schweiz 6870 mit 1362 Mill. installierten Pferdestärken und einer Mindestleistung von 408000 PS. Das in schweizerischen Elektrizitätswerken niedergelegte Kapital erreichte 1100 Millionen Frs., wovon 800 Mill. in Kraftanlagen und der Rest in Leitungsanlagen angelegt waren. Die ständige Krafterzeugung war $3{,}13 \times 10^9$ kW Stunden (etwa 800 kWh auf den Einwohner). Von dieser Gesamtanzahl kWh wurden 1846×10^6 kWh für Licht, Kraft und Heizung, 850×10^6 kWh für Elektrochemie und Metallurgie, 60×10^6 kWh für Eisenbahnbetrieb, 378×10^6 kWh für Ausfuhr verwendet.

Man ersieht hieraus, daß die Verwendung von Elektrizität für den Eisenbahnbetrieb noch von geringerer Bedeutung ist, da die Elektrisierung der Hauptstrecken kürzlich erst in Angriff genommen wurde. Die Elektrisierung des ganzen Eisenbahnnetzes wird 1.3×10^9 kWh/Jahr erfordern, eine Anzahl von Kilowattstunden, die leicht beschafft werden kann, da die gesamte Wasserkraft der Schweiz auf über 4×10^6 PS geschätzt wird und allein die seit 1914 in Betrieb genommenen und im Ausbau befindlichen Kraftanlagen eine gesamte Installation von ungefähr 750000 PS besitzen. Unter den während des Weltkrieges ausgebauten Kraftwerken können genannt werden:

Name	Ausgebaut in der Zeit	Gesamtkosten in 10^6 Fr.	Fallhöhe in m	Größtleistung PS	1920 installierte Ps	Anm.
Olten Gösgen in der Aare	1914—17	26	8,35—17,0	80 000	6 Aggr. à 10000	
Eglisau im Rhein	1915—20	27	8,35—11	42 000	(7 à 6000)	Gehört den Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse
Überschlag	1918					
Mühlberg in der Aare	1917—21	17	19,8	65 000	6 à 8100	Forces Motrices Bernoisses
Ritom südlich d. Gotthard	1916—20	20	800—825	78 000	4 à 13000	Verein. Bundesbahnen. Dazu bestimmt, zusammen mit Amsteg die Spitzenleistung zu übernehmen
Magazin: Ritomsee 1900 m üb. d. M., 26×10^6 cbm. Erstinstallation						
Im Bau:						
Amsteg in d. Reuß	1916—22	36	276	81 000	68 000	Vereinigte Bundesbahnen
Barberine v. Barberine u. Nant de Drance Valais	1919-23(?)	ca. 37	746	68 000	3 à 13600	Vereinigte Bundesbahnen Damm 80 m hoch, Magazin 37×10^6 cbm.
Aarau-Wildegg v. Aare	1921 (?)			60 000		
Broc v. Jogne Motelon und Javroz	1918 (?)	ca. 17		24 000	5 à 6000	Bei einem Damm mit Magazin $11{,}65 \times 10^6$ cbm werden maximal 30 000 PS erreicht
Klosters-Küblis Cant. Grisons	1919—22	ca. 25	330	vorl. 20000 spät. 55000		Forces Motrices de Grisons
Chaucy-Pougny v. Rhone, Canton Genève	1920—24		6,3—8,9	43 000		S. té d. F. M. de Ch.-P. Wird nach Frankreich ausgeführt: 130×10^6 kWh/Jahr
Davos-Klosters Cant. Grisons	1920-25(?)	15	330	vorl. 20000 spät. 30000		
Wäggithal Cant. Schwyz	1920—23 1920—25			Siebnen 60000 Rempen 80000		Forces Motr. de la Suisse N.E. eben begonnen

Wie bekannt, hat der Krieg mit seiner Kohlennot der Schweiz einen kräftigen Anstoß zur Ausnützung der Wasserkräfte und Elektrisierung der Eisenbahnen gegeben. Auf diese Weise ist die obenangeführte Reihe von Anlagen fertiggestellt oder in Ausbau genommen worden. Nunmehr, wo kein Kohlenmangel mehr herrscht, hört man oft den Rat, den Wasserkraftausbau und die Erzeugung von elektrischem Strom nicht zu weit zu treiben. Achtet man jedoch genau auf die wirkliche Lage in der Schweiz, so findet man, daß die Ausnützung der Wasserkraft sicher ein wirksames Mittel bildet, die wirtschaftlichen Verhältnisse zu verbessern und es der schweizerischen Industrie zu ermöglichen, im Weltwettbewerb zu bestehen. (Nach P. Gruewitch in Le Genie Civil 17. Dezember 1921). Dr. S.

Wasserbau

Abdichtung von Staudämmen. Seit 1918 arbeitet ein Ausschuß des schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, die Abdichtungskommission, an der Sammlung von wirtschaftlichen und technischen Erfahrungen in der Dichtung von Staudämmen, Staumauern, Kanälen usw. Außerdem gehört auch die Frage des Grundwasserauftriebs und des Widerstands gegen fließendes Wasser zum Arbeitsgebiet des Ausschusses. Näheres hierüber findet sich in der Schweiz. Bztg. 1920, Bd. 75, S. 76.

Über die Arbeiten sind bisher sechs ausführliche Mitteilungen der Abdichtungskommission in der Schweiz. Wasserwirtschaft erschienen, auch als Sonderabdrücke käuflich. Die Schweiz. Bztg. vom 30. Sept. 1922 berichtet daraus einige Ergebnisse der Versuche.

Die für die Dichtung von Staudämmen und Kanälen wichtige Lehmdichtung wurde in der Versuchsanlage an der Sihl bei Zürich in einem offenen Becken erprobt, dessen Wände 1:1½ und 1:1 geböscht sind, bei rund 2 m Wassertiefe. Professor B. Zschokke gibt in Mitteilung 4: „Der Lehm als Abdichtungsmaterial" an, daß nur fetter, hochplastischer Lehm möglichst ohne Kalziumkarbonat sich zur Dichtung eigne, daß für den Einbau der Dichtungsschicht der Lehm den richtigen Wassergehalt haben müsse, so daß er weder an den Werkzeugen haftet, noch Klumpen bildet, die ohne innige Verbindung neben- oder aufeinander liegen. Endlich ist die Dichtungsschicht, wenn sie nicht dauernd unter Wasser liegt, mit einer ausreichenden Schutzschicht sogleich zu überdecken. Ist die Lehmschicht gerissen, so können durch Befeuchten die Risse zwar geschlossen werden, aber die Schicht ist nicht mehr gleichartig, wie Ing. W. Hugentobler in seiner Mitteilung 5/6 berichtet. Dichtung durch Einschlemmen von Lehm in Sand oder sonst einen feinkörnigen Untergrund ist nur bei wagerechtem oder ganz flach geböschtem Grund erfolgreich, und nur, wenn die Böschung dauernd benetzt bleibt. Anders verhält sich ein Untergrund von lockerem Kies. Wenn in ihn Lehm eingeschlemmt wird, so bildet sich eine Lehm-Kiesschicht, die steinhart wird und beim Trocknen nicht reißt (Lehmbeton genannt). Voraussetzung ist jedoch, daß das Lehmwasser die Kiesschicht auch tatsächlich durchfließt und nicht nur die obersten Kiesschichten zugeschlemmt werden. Der Lehm soll den Hohlraum des Kieses von unten nach oben ausfüllen. Wie sich Lehmboden gegen Wiederannässen und gegen Frost verhält, soll noch erprobt werden. Ebenso sollen noch günstige Mischungsverhältnisse für Kies, Sand mit Lehm und Wasser, sowie die Stärke der Dichtungsschicht für verschiedene Wasserdrücke erprobt werden. Diese Versuche für einen Druck bis zu 30 m Wassersäule werden in einer Eisenbetondruckkammer vorgenommen, einem liegenden Zylinder von 2.55 m lichtem Durchmesser und 4,70 m lichter Länge mit einem ebenen, geschlitzten Boden im Innern, auf den die zu prüfenden Schichten gebracht werden.

Für die Prüfung von Betonkörpern hat die Kommission jedoch einen besonderen Hochdruck-Prüfeapparat erdacht, der Drücke bis zu 150 m Wassersäule gestattet. Er besteht aus einer kräftigen Säule, die die abgeschliffene, regelmäßig gelochte Bodenplatte trägt. Auf diese wird, auf drei konzentrischen flachen Gummiringen ge-

Digitized by Google

lagert, der Betonprobekörper gesetzt, mit einem 70 cm l. L. weiten und 50 cm hohen Zylinder umgeben und darauf der Deckel, von der Form eines Kugelabschnitts, gesetzt, der die Leitungsanschlüsse, Sicherheitsventil, Druckmesser usw. trägt. Der Apparat ist aus Gußeisen, gebaut in den von Roll'schen Eisenwerken, in Betrieb seit Juli 1921. Seit Frühjahr 1922 sind noch zwei Apparate aufgestellt. Alle stehen im Pumpwerk Letten der Züricher Wasserwerke und sind an dessen Hochdruckleitung angeschlossen. Jeder Druck kann bis auf + 0.5 at. dauernd gehalten werden bis zu 15 at Höchstdruck. Die Probekörper sind Kegelstümpfe von 68 cm unterem und 64 cm oberem Durchmesser und 22 cm Höhe. Die Seitenfläche ist wasserdicht gemacht. Die Grundfläche ist nach der Seite hin durch den größten Gummiring, der mit Schiffskitt eingefettet ist, abgedichtet. Außerdem wird der Raum zwischen Körper und Zylinder mit Goudron ausgegossen. Das durchsickernde Wasser läuft in den unteren, hohlen Teil der Bodenplatte, der durch Scheidewände gestattet, das Wasser getrennt vom übrigen aufzufangen, das zwischen äußerem und mittlerem Ring abläuft, also im Randgebiet des Körpers durchgesickert ist. Auch größere Betonkörper können geprüft werden bis zu 78 cm Durchmesser. In diesem Fall bleibt der Zylinder weg. Der Deckel wird unter Zwischenlage eines gefetteten, 6,5 cm breiten Keilgummiringes auf die Körperoberfläche gesetzt und durch Schraubenbolzen, die ihn mit der Bodenplatte verbinden, fest angepreßt. Etwas Wasser geht hierbei durch Undichtigkeit doch noch verloren, es wird zusammen mit dem Sickerwasser der Seitenflächen aufgefangen. Der erste Versuch ist mit einem 78 cm großen, 22 cm hohen Körper gemacht worden. Die Betonmischung war: 7 Raumteile Kies (12 bis 40 mm) und 5 Raumteile Sand (unter 12 mm), im ganzen für 1 cbm fertigen Beton: 1102 Liter (S + K) 398 kg Holderbank-Portlandzement, 199 l Wasser. **Hergestellt am** 9. Nov. 1921; eingespannt am 12. Dez. 1921; **unter 5 at** Druck vom 14. Dez. 1921 bis zum 5. März 1922. Am ersten Tage sickerten durch die Bodenfläche 1160 ccm; am fünften Tage nur noch 600 ccm, am elften Tage 300 ccm, nach einem Monat sickerten täglich nur noch 50 ccm, nach zwei Monaten nur noch 10 ccm und schließlich fast gar nichts mehr durch. Es hat also eine Selbstdichtung des Betons stattgefunden. Diese zeigt sich auch in der seitlichen Durchsickerung. Die Kurve, die hierfür in dem Bericht wiedergegeben ist, zeigt sie erst vom 5. Januar ab, also nach drei Wochen. Danach beträgt sie 3½ l am Tage, fällt aber rasch auf 2 l nach drei und auf 1 l nach 10 Tagen.

Über diese Versuche, die noch nicht abgeschlossen sind, müssen die ausführlichen Berichte abgewartet werden.

W. K.

Verschiedenes

Wettbewerb für eine Wasserkraftanlage in Argentinien. Die argentinische Republik, an Fläche sechsmal so groß wie das Deutsche Reich, zählt nur ein Siebentel soviel Menschen, weist aber dennoch eine Ausfuhr von 15 Mill. t auf. Jedoch ist das Land nun an einer Wende seines Wirtschaftslebens angelangt: es gilt, die Industrie zu entwickeln, also muß Europa nicht nur Werkzeugmaschinen liefern, sondern vor allem Rohstoffe wie Hölzer, Mineralien, Baumwolle auszutauschen gegen fertige Erzeugnisse und Chemikalien von Europa. Aber vor allem schon im Lande ist eine weitergehende Verarbeitung der Rohstoffe erwünscht, und dazu muß Europa nicht nur Werkzeugmaschinen liefern, sondern es muß auch mit seinem tatkräftigen Unternehmungsgeist, seinem Können und nicht zuletzt mit seinem wissenschaftlichen Rüstzeug einspringen. Dazu bietet das Land die Gelegenheit.

Der Minister der öffentlichen Arbeiten der Provinz Mendoza legte der gesetzgebenden Körperschaft der Provinz den Plan einer Kraftanlage im Flusse Atuel vor. Dieser fließt nach einem mehrere hundert Kilometer langen Lauf bei der Stadt Nihnil in einen ziemlich engen Cannon in Granit und fällt dann in Abstürzen um 95 m auf einer Strecke von 170 m. Der jährliche mittlere Abfluß beträgt 34 m³/sk, bei Hochwasser 420 m³/sk. Durch Aufstau sollen nun 40—100 000 PS ausgebaut werden. Gleichzeitig sollen dadurch etwa 2500 qkm Land bewässert werden. Die Regierung weist darauf hin, daß dann Mendoza billig mit Licht und Kraft versorgt werden könnte, da es noch nicht 500 km entfernt liege. Demgegenüber sei dafür gegenwärtig die Beförderung großer Mengen Brennstoff aus Buenos Aires nötig, da 40 000 PS jährlich, mit Dieselmotoren erzeugt, 70 000 t Rohöl erfordern. Der Minister wünscht nun die Ermächtigung, das Ausland unter folgenden Bedingungen zum Wettbewerb um die Baugenehmigung einzuladen: 1. Der Bewerber muß die vom ihm vorgeschlagene Anlage bauen und darf sie eine vereinbarte Zahl von Jahren für eigene Rechnung betreiben; danach ist sie in gutem Zustand an die Provinz abzutreten. 2. Er muß einen Licht- und Krafttarif vorlegen; dieser soll alle 5 Jahre überprüft werden. 3. Er muß angeben, welchen Anteil der Einnahmen er an die Provinz abführen will. 4. Er muß die Arbeiten 6 Monate nach Vertragschluß beginnen und 100 000 Dollar als Bürgschaft hinterlegen.

Die Regierung befreit ihn während seiner Betriebszeit von Steuern und Abgaben und bewilligt 10 000 Dollar zur Ausführung der Vorarbeiten und Vermessungen. Nähere Einzelheiten vom Minister of Public Works, City of Mendoza, Argentina. (Nach The Engineer v. 27. Okt. 1922.)

W. K.

Geschäftliches

Die Goldanleihe der Rhein-Main-Donau-Aktiengesellschaft. Die Rhein—Main—Donau-A.-G. gibt laut Zeichnungsaufforderung im Inseratenteil eine Goldanleihe heraus, um weitere Geldmittel für die Förderung ihrer Aufgabe zu erhalten. Das ungemein wichtige Ziel der Gesellschaft ist der Bau einer den Rhein über den Main mit der Donau verbindenden Großschiffahrtsstraße (Aschaffenburg—Bamberg—Nürnberg—Regensburg—Passau—Reichsgrenze). So bedeutsam die Schaffung einer solchen Wasserstraße für das gesamte deutsche Wirtschaftsleben ist, nicht minder wichtig wird die gleichzeitige Gewinnung der großen Wasserkraftanlagen an den Schleusenstufen für die Elektrizitätsversorgung des Landes sein. Werden doch insgesamt 33 Kraftwerke mit zusammen 250 000 Pferdestärken mittlerer Jahresleistung entstehen. Vor allem wird das größte und leistungsfähigste Wasserkraftwerk am Kachlet in der Donau bei Passau ausgebaut. Dieses wird 56 000 Pferdestärken leisten und jährlich 250 Millionen Kilowattstunden erzeugen können. Mit dem Bau dieses Werkes wird auf der 177 Kilometer langen Donaustrecke von der Reichsgrenze bis Regensburg das größte Schiffahrtshindernis beseitigt sein. Außerdem hat die Gesellschaft zurzeit zwei kleinere Anlagen am Main im Bau. Das Kachletwerk wird den industriereichsten Teil Bayerns, nämlich die Städte Nürnberg und Fürth mit Umgebung mit Strom versorgen, da das Wasserkraftwerk und die zurzeit größte süddeutsche Dampfanlage des Großkraftwerkes Franken in Nürnberg, die jetzt das dortige Gebiet mit Strom versorgt und hierzu täglich 50 Waggon Kohle verbraucht, zu einer Betriebsgemeinschaft zusammengeschlossen wurden. Da das Kachletwerk zu den wirtschaftlich besten Wasserkraftanlagen gehört, wird seine Ausnützung sowohl dem Großkraftwerk dauernd große Ersparnisse bringen, als auch der Rhein—Main—Donau-A.-G. bedeutende Überschüsse abwerfen. Letztere sind auf jährlich 3 Millionen Goldmark berechnet und werden ausreichen, um zunächst die Kanalisierung einer sehr langen Strecke am Main während der Bauzeit zu verzinsen. Dabei werden aber wieder Wasserkräfte gewonnen, deren Erträgnis zur Verzinsung der neuen Werke ausreicht, so daß die Kachletüberschüsse zum Bau eines weiteren Abschnittes zur Verfügung stehen. Bei diesem Vorgehen wird das Schiffahrtsunternehmen mit Hilfe der Wasserkraftausnützung verhältnismäßig rasch durchgeführt werden können. Dabei werden die Strompreise für die Abnehmer nicht höher sein, als beim Bezug aus anderen großen Elektrizitätswerken, die Wasserkraftstrom verteilen.

Digitized by Google

Ausgehend von der Überlegung, daß man mit einer bestimmten Summe Goldmark auch in den Zeiten stärkster Papiergeldentwertung einen ebenso großen Umfang an Bauten herstellen kann, als in der Vorkriegszeit, hat die Rhein—Main—Donau-A.-G. alle ihre Berechnungen auf die Goldmark abgestellt. Die Verzinsung der aufgewendeten Goldmarkbeträge kann die Gesellschaft ebenfalls in Goldmarkwerten leisten, denn der erzeugte elektrische Strom ist wertbeständig. Sein Verkaufspreis an große Abnehmer, die hier nur in Frage kommen, ändert sich mit der Kaufkraft der Papiermark. Hierzu kommt, daß für seine Erzeugung keine teueren Kohlen eingekauft werden müssen, sondern es sind lediglich die Ausgaben für Verzinsung und Abschreibung des Kapitals sowie die geringen Bedienungskosten aufzuwenden.

Die Rhein—Main—Donau-A.-G. hat dafür gesorgt, daß die Anleihegelder sofort wertbeständig in Materialien und Dollarwerten angelegt werden, so daß der dem erhaltenen Goldwert entsprechende Teil der Bauten ausgeführt werden kann, unabhängig davon, ob die Papiermark während der Bauzeit im Werte steigt oder fällt.

Die Goldanleihe kann in Papiermark einbezahlt werden. Der Betrag wird auf den Dollarwert umgerechnet und dieser Dollarwert wird mit 5 Prozent verzinst. Bei der Zinszahlung wird wieder der Dollarwert zum Kurse kurz vor dem Zinstermin gerechnet und der fällige Papiermarkbetrag ausbezahlt. In gleicher Weise erfolgt die Rückzahlung der ausgelosten Anleihe. Steht zum Beispiel der Dollarkurs bei der Einzahlung auf 20 000 Mark, so werden, wenn sich der Dollarkurs inzwischen nicht geändert hat, für eingezahlte 100 000 Mark jährlich 5000 Mark Zinsen gezahlt, und es werden jährlich 10 000 Mark Zinsen gezahlt, wenn der Dollarkurs inzwischen auf das Doppelte gestiegen sein sollte. Der Erwerb von Rhein—Main—Donau-Goldanleihe ist die beste wertbeständige Geldanlage, denn der einmal eingezahlte Betrag wird in seiner Kaufkraft unbedingt erhalten und er wird außerdem noch gut verzinst, was beim Ankauf von Devisen und von Sachwerten nicht der Fall ist. Die Goldanleihe ist vom Deutschen Reich und von Bayern gesamtschuldnerisch verbürgt, also ein mündelsicheres Papier mit dem Vorzug der Wertbeständigkeit, und sie ist außerdem noch hypothekarisch sichergestellt durch Eintragung einer Reallast auf das Dampf-Elektrizitätswerk des Großkraftwerkes Franken mit 85 000 Pferdestärken Leistung.

Literatur
Zeitschriftenschau.

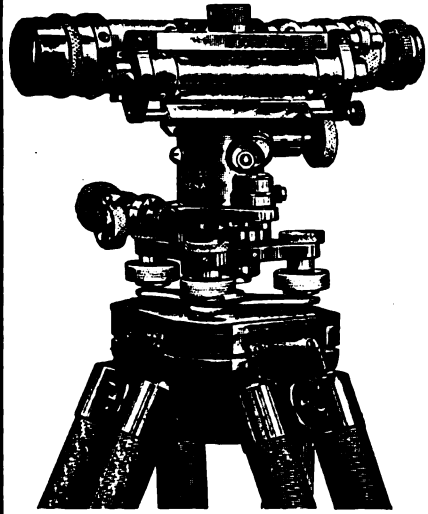
Wasserkraftnutzung. Die Wasserkraftanlage Fully. Von Ing. H. Chenaud und Ing. L. Dubois, Lausanne. „Schweiz. Bauztg." 1922, Bd. 80, Nr. 22. Forts. folgt. 11 Abb. (Beschreibung der 1912—1914 erbauten einstufigen Hochdruckanlage mit 1650 m Gefälle.)

— Die Ausnützung von Ebbe und Flut an der deutschen Küste. Von Dr. Ing. Siemonsen, Algermissen b. Hildesheim. „V. d. J." 1922, Nr. 48, S. 1077—1079. (Anordnung von zwei Becken, in deren Trennungsdamm die Turbinen eingebaut sind. — Verfasser kommt zu dem Schluß, daß wegen der hohen Anlagekosten Meereskraftwerke an der deutschen Küste bisher als unwirtschaftlich anzusprechen sind.)

— Die Ausnutzung der Wasserkräfte oberhalb Straßburg. Von Oberbaurat Kupferschmidt, Karlsruhe. „E.T.Z.", 1922, H. 50, S. 1483—1484. (Stellungnahme Deutschlands in der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt. Forderungen der badischen Regierung hinsichtlich des Ausbaues der Rheinkräfte oberhalb Basel. Aussichtslosigkeit dieser Forderungen.)

— Österreichs Energiewirtschaft und die Ausnutzung seiner Wasserkräfte. Von Ing. C. Kurzel-Runtscheiner. „Die Wasserwirtschaft", 1923, Nr. 3, 4 ff. (Geschichtlicher Rückblick und Ausblicke auf die Entwicklung der Wasserwirtschaft Österreichs. — Elektrizitätsunternehmungen, ihre Großkraftwerke und Projekte. — Wirtschaftlichkeit und wirtschaftspolitische Bedeutung und Finanzierungsmöglichkeiten.)

— Der Ausbau der Mittleren Isar. Von E. Mattern, Potsdam, „V. d. I.", 1923, Nr. 9 und 10, S. 211—214 und 235—238. 20 Abb. (Allgemeine Übersicht über das



ZEISS
Nivellier-Instrumente
für Vermessungen, Bauarbeiten, Absteckungen usw.
Sehr leistungsfähige und trotzdem leichte Instrumente
145
Nivellierlatten und Winkelprismen.
CARL ZEISS JENA
Druckschrift „Geo 65" kostenfrei

Digitized by Google

Unternehmen, Beschreibung der Bauanlagen, Bauausführung, Mitteilung über den Betrieb und Baukosten.)

— Das Verhalten der Vollstrahlwasserturbinen bei Drehzahländerungen. Von Prof. Dr. H. Baudisch, Wien. „Die Wasserwirtschaft". (Theoretische Untersuchungen unter Aufstellung von neuen Gleichungen.)

— Wasserkraftgewinnung aus Flachlandflüssen. Von Reg.- u. Baurat R. Seifert, Berlin. „V. d. I.", 1923, Nr. 3, S. 49—52. (Allgemeine Bedingungen. Ausnutzung des Gefälles durch Stauwehr oder Seitenkanal. Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen.)

— Auswertung der Kennlinien von Franzisturbinen. Von Dr. Ing. R. Müller, München. „V. d. I.", 1923, Nr. 3, S. 57—58. (Darstellung der Versuchsergebnisse durch Kennlinien, Berechnung des Energieverlustes. Ermittlung des stoßfreien Eintrittes und drallfreien Austrittes des Wassers am Laufrad. Berechnung des wirksamen Eintritt- und Austrittmessers des Laufrades.)

Wasserversorgung. Einige Erfahrungen beim Bau und Betrieb von Filtern. Von Dir. A. Reich, Königsberg. „Ges. Ing.", 1923, Heft 5, S. 54—55. (Angaben über verschiedene Verfahren im Betrieb mit Filtern bei Wasserwerken.)

— Das Littleton-Wasserbecken der Londoner Wasserwerke. „Engineering" v. 6. Okt. 1922, S. 417—419, 24 Abb. (Beschreibung der im Bau begriffenen Anlage mit einem Becken von 31 Mill. m³ Wasserinhalt.)

— Das Wasserversorgungswesen in Böhmen, Mähren und Schlesien. Von Oberbaurat A. Swetz, Wien. „Ing.-Zeitschr.", 1922, H. 21, S. 261—264. (Angaben über Entwicklung und weitere Ausgestaltung des Wasserversorgungswesens.)

— Die Betriebswasserversorgung der Laurahüttegrube in Laurahütte (Oberschl.). Von H. Kratz. „V. d. I.", 1923, Nr. 5, S. 97—100. (Beschr. der Wasserversorgung aus dem Brinitzafluß. Einzelheiten der Wasserentnahme, Leistungsführung, Regelung und Verteilung des Wassers.)

Wasserbau. Die Bewegungsgesetze und die Mengenbestimmung des Grundwassers. Von Herm. Koschmieder, Ziv.-Ing., Berlin-Friedenau. „Ges. Ing." 1923, Heft 5, S. 49—52. (Angabe neuer Berechnungsformel und deren Entwicklungsgang.)

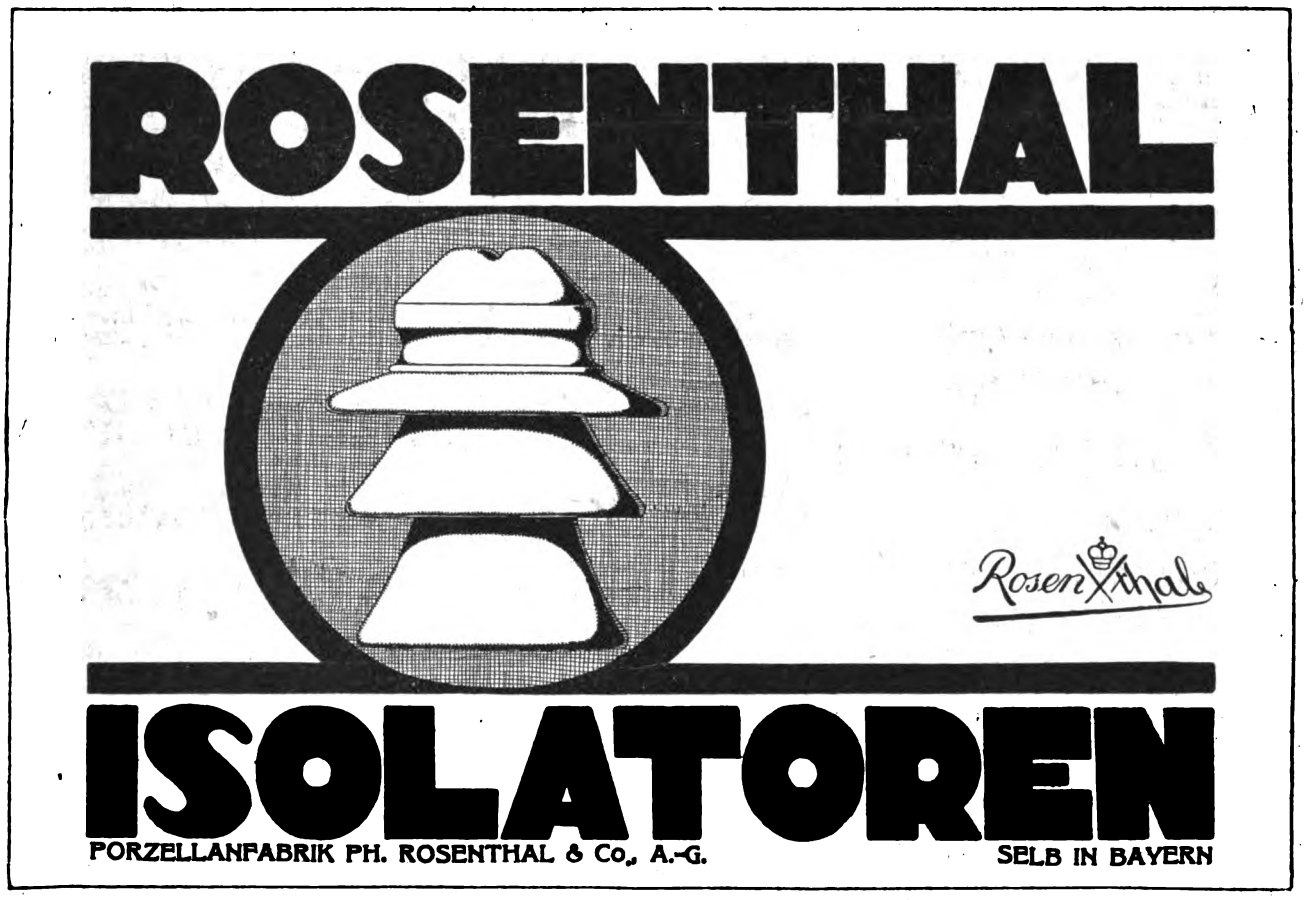
— Über Sparsamkeit und Sicherheit im Talsperrenbau. Von Hofrat E. Merlicek. „Die Wasserwirtsch.", 1922, Nr. 20 u. 21. (Bericht über Erfahrungen und deren Nutzanwendung.)

Bewässerungen. Die Bewässerung des Sudans. „Engineering" v. 29. Sept. 1922, S. 404—405, 7 Abb. (Beschreibung der Arbeiten am Bau des 3,3 km langen Staudammes, durch den 640 Mill. m³ Wasser für die Bewässerung der Landschaft Gezireh zwischen dem weißen und blauen Nil aufgestaut werden sollen.)

Bahnelektrisierung. Über die Elektrisierungsarbeiten der königl. ungarischen Staatsbahnen. Von Ing. L. v. Verebély, Budapest. „E. u. M.", 1923, H. 2, S. 41—45. (Angaben über Fortschritte auf dem Gebiet der Bahnelektrisierung. Wahl des günstigsten Systems.)

Buchbesprechungen

Die elektrischen Spielzeug- und Kleinmaschinen für Gleich- und Wechselstrom. Von Karl Moritz; Neubearbeitung von Max Zwölfmeyer. (Verlag Hachmeister u. Thal in Leipzig, 1922; Grundpreis geb. Mk. 6.—.)



Digitized by Google

Das vorliegende Buch entspricht gewiß einem Bedürfnisse insofern, als außerordentlich zahlreiche größere und vor allem kleinere Firmen und Werkstätten sich mit der Herstellung von Kleinmotoren befassen. Der Autor, welcher zweifellos auf dem genannten Gebiete umfangreiche Spezialkenntnisse besitzt, hat nun versucht, ein Werk zu schaffen, welches einerseits an elektrotechnischen und mathematischen Kenntnissen wenig oder fast nichts voraussetzt, andererseits aber doch zur exakten Berechnung von Kleinmaschinen hinleitet. Diese Absicht konnte auf 100 Seiten unmöglich gut gelingen. Entweder hätten die elektrischen und magnetischen Grundgesetze in genügend ausführlicher und — vor allem — wissenschaftlich einwandfreier Weise gebracht werden müssen, oder man mußte eben die Kenntnis dieser Grundlagen voraussetzen, um Platz zu sparen. Derjenige, welcher in den naiv-elementaren Erläuterungen des ersten Teiles Neues findet, wird kaum imstande sein, sich im zweiten — übrigens zweifellos wertvollsten — Teile mit negativen Potenzen, geometrischer Zusammensetzung von Wechselstromgrößen usw. zurechtzufinden. Wer jedoch die Grundlagen beherrscht, wird in dem der eigentlichen Berechnung gewidmeten Teile des Buches sicherlich finden, was er sucht. P.

Meliorationen. Von Oberbaurat Otto Fauser, Mitglied der Württembergischen Regierung des Jagstkreises in Ellwangen und des Normenausschusses für Meliorationswesen. II. Bewässerung. Ödlandkultur, Feldbereinigung. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 59 Abbildungen. Sammlung Göschen N. 692. Walter de Gruyter & Co., Berlin W. 10 und Leipzig. 1922. Preis: Grundzahl 1 und Teuerungszuschlag.

In der nunmehr ebenfalls vorliegenden zweiten Auflage von Band II der Meliorationen, der die Kapitel Bewässerung, Ödlandkultur und Feldbereinigung umfaßt, sind die Fortschritte, welche Wissenschaft und Technik seit der ersten Auflage gemacht haben, sorgfältig berücksichtigt. Insbesondere ist der großen Bedeutung, welche die Feldberegnung in den letzten Jahren gewonnen hat, durch Umarbeitung der diesbezüglichen Abschnitte unter Besprechung der Konstruktion und des Betriebs der wichtigsten Beregnungsgeräte Rechnung getragen und im Zusammenhang damit die Zahl der Abbildungen von 52 auf 59 vermehrt worden. Ferner ist die Obst- und Gartenbewässerung neu in den Kreis der Betrachtung gezogen und das Kapitel Feldbereinigung unter Berücksichtigung der neuen Gesetzgebung, insbesondere in Preußen und in Österreich, umgearbeitet worden. Auf eine Besprechung der Kosten ist angesichts der von Tag zu Tag sich ändernden Geldwertsverhältnisse verzichtet.

240

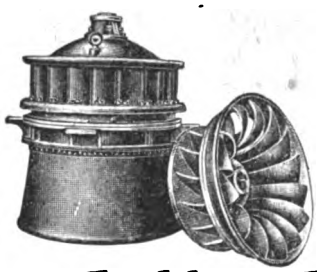
Dr. ing. h. c. Viktor Graf

Ingenieurbüro für Wasserkraftanlagen

Fernsprecher 62026 **MÜNCHEN** **Stadtlohnerstrasse 8**

In Arbeitsgemeinschaft mit Dr. ing. Adolf Ludin, Ingenieurbüro für Wasserkraft, Wasserwirtschaft und Elektrizitätsversorgung G. m. b. H., Karlsruhe i. B., Hardtstrasse 86.

Wasser-Turbinen



liegender
und
stehender
Anordnung

Turbinen-Regler,
Schützen- u. Rechenanlagen
modernste Konstruktionen

Ueber 40jähr. Erfahrungen
Tausende von Lieferungen

Kuhnert-Turbowerke
Aktien-Gesellschaft
Meissen

Int. Baumaschinenfabrik A.-G.
Neustadt/Haardt
Telefon Nr. 38 und 39
Telegramme: Ibag Neustadthaardt

Moderne Aufbereitungs-
und
Bauplatzeinrichtungen
für Talsperren, Wasserkraftanlagen
Strassen- und Eisenbahnbau

Steinbrecher
stat., fahrbar, selbstfahrend

Dampframmen, Dampf- und Motorstraßenwalzen, Turmdrehkräne, Kies-, Sandwasch- u. Mischmaschinen, Baumaschinen aller Art für jede Leistung. Drucksachen, Prospekte, Ingenieur-Besuche kostenlos.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 8 **München, 15. April 1923** **18. Jahrgang**

Zur Druckstollenfrage.

Eine Entgegnung auf die in der „Wasserkraft" Nr. 6 vom 15. März 1923 erschienene Abhandlung „Die Spannungsverhältnisse in Druckstollen" des Zivilingenieurs Dr. Erich v. Posch, Innsbruck.

Von

Dr. Ludwig Mühlhofer,

Ingenieur der Bauunternehmung Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck.

1. Vorbemerkung.

Ich habe 1921 den Auszug einer umfangreicheren Studie veröffentlicht, die einen ersten Versuch darstellte, die in einem gepanzerten Druckschachte auftretenden Materialanstrengungen rechnerisch zu verfolgen[1]). Den Anstoß zu ihrer Entstehung gab der 1919 in Angriff genommene Bau des Spullerseewerkes (Vorarlberg) der österreichischen Bundesbahnen, mit dessen Durchführung die Bauunternehmung Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck, betraut ist. Für diese Anlage, die ein Gefälle von 800 m ausnützt, wurde damals der Gedanke erwogen, an Stelle einer aus 3 Rohrsträngen bestehenden, eisernen Druckrohrleitung einen gepanzerten Druckschacht auszuführen; der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß dieser Plan späterhin fallen gelassen wurde, da die vorgenommenen Bodenuntersuchungen lehrten, daß der Schacht durchwegs in Gehängeschutt zu liegen gekommen wäre.

Durch Versonderung der gewonnenen Rechnungsergebnisse habe ich dann auch Beziehungen für die Spannungen aufgestellt, die in der Betonauskleidung nicht gepanzerter Druckschächte infolge des Betriebsdruckes auftreten, und im Anschlusse daran auf die Tatsache hingewiesen, daß die Druckhöhe, bis zu der in der üblichen Weise mit Beton allein ausgekleidete Druckstollen noch mit entsprechender Sicherheit ausgeführt werden können, nur gering ist.

Der von mir in der erwähnten Studie angewendete Rechnungsvorgang hat inzwischen in den „Vorlesungen über technische Mechanik" von A. Föppl Erwähnung gefunden[2]).

In seiner kürzlich an dieser Stelle erschienenen Abhandlung „Die Spannungsverhältnisse in Druckstollen" nimmt nun Zivilingenieur Dr. Erich v. Posch, Innsbruck, in scharfer Weise gegen meine Studie Stellung; er begründet dies damit, daß sie Ergebnisse gezeitigt habe, „die geeignet sind, der Entwicklung der Druckstollen als bedeutsames Mittel zur restlosen Ausnützung von Kraftstufen ein gefährliches Hindernis zu werden", und daß „die bereits in weitere Kreise der Praktiker eingedrungenen Anschauungen oben zitierter Abhandlung sich in immer mehr zunehmenden Bedenken gegen die Druckstollen ausdrücken".

Die Klage v. Poschs wird verständlich, wenn man liest („Die Wasserkraft" 1922, Nr. 2), daß der Genannte als Mitverfasser des Projektes einer Wasserkraftanlage zeichnet, bei der 3 Druckstollen mit zusammen nicht weniger als 25,5 km Länge und bis zu 19 m² Querschnitt zur Ausführung kommen sollen, weshalb die wirtschaftliche Durchführungsmöglichkeit dieses Projektes wesentlich davon beeinflußt erscheint, welche Hilfsmittel für die betriebssichere Herstellung dieser Druckstollen in Anwendung gebracht werden müssen.

Auf Grund seiner Beschäftigung mit meiner Studie erklärt v. Posch, daß „die gewonnenen Resultate nicht nur hinsichtlich ihrer Voraussetzungen, sondern auch hinsichtlich ihrer Berechnung unrichtig" sind, und daß „über den Wert der abgeleiteten Formeln für die Berechnung von Druckstollen-(Schacht)-Profilen nichts mehr zu sagen" ist[3]). Im Anschlusse an diese Kritik entwickelt v. Posch eine eigene Theorie, und stellt deren mathematische Begründung in einer demnächst erscheinenden, weiteren Abhandlung in Aussicht.

Ehe ich des näheren auf diese Theorie eingehe, obliegt es mir, diejenigen Punkte zu widerlegen, auf die v. Posch sein Urteil über meine Untersuchungen stützt.

II. Entgegnung auf die v. Poschsche Kritik meiner Abhandlung „Die Berechnung kreisförmiger Druckschachtprofile unter Zugrundelegung eines elastisch-nachgiebigen Gebirges".

1. Zunächst beanstandet v. Posch, daß ich das Problem unter Zugrundelegung eines zweiachsigen Spannungszustandes behandle, und die in der Längsrichtung des Stollens auftretenden Spannungen vernachlässige.

Demgegenüber ist zu erwidern, daß der gerügte Vorgang fast bei allen Anwendungen der Festigkeitslehre auf Ingenieurbauten eingehalten wird, da sich eine räumliche Behandlung in der Regel als sehr schwierig, wenn nicht unmöglich erweist. Übrigens habe ich auf die Vereinfachung, die ich mir durch die Vernachlässigung der achsialen Kräfte gestattete, in meiner Abhandlung ausdrücklich hingewiesen.

Selbstverständlich verschaffte ich mir aber schon seinerzeit im Wege einer Näherungsrechnung darüber Klarheit, wie groß etwa die durch diese Kräfte hervorgerufenen Spannungen sein können. Die leicht durchzuführende Untersuchung zeigt, wie auch nicht anders zu erwarten, daß die achsialen Spannungen gegenüber den das Problem beherrschenden tangentialen nur klein sind, und daß in den praktisch in Frage kommenden Fällen einzig und allein die tan-

[1]) L. Mühlhofer, „Die Berechnung kreisförmiger Druckschachtprofile unter Zugrundelegung eines elastisch-nachgiebigen Gebirges" (Zeitschrift des Oesterr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1921, Heft 15, 24/25, 26/27).

[2]) V. Band, S. 81/82 (4. Aufl., Leipzig 1922).

[3]) v. Posch bezieht, wie er hervorhebt, sein Urteil auch auf die denselben Gegenstand behandelnde Arbeit von J. Büchi „Zur Berechnung von Druckschächten" (Schweiz. Bauzeitung 1921, Bd. 77, Nr. 6, 7, 8). Diese stellt den Auszug aus einem Gutachten dar, das der Genannte über Einladung des Elektrisierungsamtes der Oesterr. Bundesbahnen diesem in Angelegenheit des für das Spullerseewerk in Erwägung gestandenen Druckschachtes erstattete. In diesem Gutachten hat J. Büchi unabhängig von meinen Untersuchungen einen Berechnungsgang verwendet, der dem Grundsatze nach durchaus mit dem von mir eingeschlagenen übereinstimmt.

J. Büchi war damals Mitglied der von den Schweiz. Bundesbahnen mit der Untersuchung der Vorkommnisse beim Druckstollen des Ritomwerkes betrauten Kommission und ist Mitverfasser des hochinteressanten Berichtes derselben („Gutachten der Experten Rothpletz, Rohn und Büchi über die Rissbildungen im Druckstollen des Ritomwerkes", Bern und Zürich 1920; für die Generaldirektion der Schweiz. Bundesbahnen in Druck gelegt und auszugsweise veröffentlicht in der Schweiz. Bauzeitung 1920, Bd. 76, Nr. 15, 16).

J. Büchi gehört auch der von den Schweiz. Bundesbahnen eingesetzten, erweiterten Druckstollenkommission an, unter deren Leitung bei dem (1922 fertiggestellten) Kraftwerk Amsteg und dem (zurzeit noch im Bau befindlichen) Kraftwerk Barberine gross angelegte, für die Druckstollenfrage grundlegend gewordene Versuche zur Durchführung gelangten. Die Veröffentlichung des ausserordentlich wertvollen Versuchsmateriales ist geplant, vorläufig jedoch noch nicht erfolgt.

Digitized by Google

gentialen Spannungen für den Bestand des Stollens maßgebend sind. Damit hängt die Tatsache zusammen, daß die bei Druckstollen zu beobachtenden Risse stets Längs- und nicht Querrisse sind, trotzdem durch die ringweise Ausführung des Stollenmauerwerkes die Entstehung von Querrissen begünstigt wird.

2. Mit dem — in Ermangelung eines besseren — von mir eingeschlagenen Weg, das Gebirge als eine im Verhältnis zum Stollenquerschnitt nach allen Seiten hin unendlich ausgedehnte, homogene, elastische Masse in die Rechnung einzuführen, erklärt sich v. Posch einverstanden. Mit dieser Voraussetzung und unter Zugrundelegung eines ebenen Spannungszustandes ist das Gebirge als eine unendlich ausgedehnte, homogene, elastische, kreisförmig gelochte Scheibe zu behandeln.

Die Gleichungen für die Verzerrungen und Spannungen, die in einer solchen Scheibe auftreten, habe ich mir in der Weise verschafft, daß ich die bekannten Gleichungen für dickwandige Röhren dadurch versonderte, daß ich den Außenhalbmesser des gedachten Felsrohres mit dem Wert Unendlich in die Rechnung einsetzte.

v. Posch behauptet nun, es sei „bei Formeln der technischen Mechanik keineswegs zulässig, einzelne Variable gleich unendlich zu setzen", und folgert daraus, daß das sich aus den erhaltenen Beziehungen ableitende Ergebnis, wonach in der betrachteten Scheibe durch einen gleichmäßig über den Lochrand verteilten, radial nach außen gerichteten Druck tangentiale Zugspannungen hervorgerufen werden, unrichtig sein müsse.

Es ist nicht meine Aufgabe, mich hier über grundlegende Begriffe der Festigkeitslehre zu verbreiten. Ich kann nur feststellen, daß der Grenzübergang vom dickwandigen Rohr auf die unendlich ausgedehnte, gelochte Scheibe zulässig ist, daß er schon lange vor mir und im Zusammenhange mit anderen Problemen auch von anderen Verfassern durchgeführt wurde, und daß die so erhaltenen Beziehungen mit denen, wie sie noch auf anderem Wege für die unendlich ausgedehnte, gelochte Scheibe ermittelt werden können, vollständig übereinstimmen. Ich verweise diesbezüglich auf die einschlägige Literatur, z. B. Abhandlung von F. Willheim und A. Leon „Über die Verteilung der Spannungen im Innern von elastischen Körpern"[4].

Daß die Gleichungen für die unendlich ausgedehnte, gelochte Scheibe auch im vorliegenden Falle angewendet werden dürfen, wo man es an den am schwächsten überlagerten Stellen selbstredend nicht mit einer unendlich großen Fleischstärke, sondern nur einer solchen von vielleicht 50 m zu tun hat, geht aus folgendem hervor: Nach den bekannten, für die unendlich ausgedehnte, homogene, elastische, gelochte Scheibe gültigen Beziehungen (vergl. z. B. die unter Anm. 4 genannte Arbeit von F. Willheim und A. Leon) sind sowohl die radialen Druck- als auch die tangentialen Zugspannungen, die am Lochrand auftreten, wenn ein radial nach außen gerichteter, gleichmäßig verteilter Druck auf ihn wirkt, gleich diesem Innendruck, also gleich p, gleichgültig, wie groß der Lochdurchmesser ist. Führt man dieselbe Untersuchung für eine dickwandige Röhre von nur 50 m Wandstärke aus, so sind, wenn der lichte Durchmesser der Röhre z. B. gleich 2 m gewählt wird, die radialen Druckspannungen ebenfalls gleich p während für die tangentialen Zugspannungen der Wert 1,0008 p gefunden wird. Die tangentialen Zugspannungen unterscheiden sich also in den beiden Fällen nur um 0,08 v. H. sind also praktisch gleich groß. Die Störung in der Spannungsverteilung der unendlich ausgedehnten Scheibe, hervorgerufen durch den Kraftangriff am Lochrand, ist eben vor allem nur eine örtliche.

3. „Aber auch der Berechnungsvorgang ist unhaltbar", erklärt v. Posch weiter. Er stützt diese Behauptung auf die fälschliche Annahme, ich hätte die Vergrößerung, die der Lochdurchmesser der erwähnten Scheibe unter der Wirkung eines über den Lochrand gleichmäßig verteilten, radial nach außen gerichteten Druckes erfährt, „als eine Funktion von lauter konstanten Größen, also selbst als Konstante", in Rechnung gestellt.

Natürlich habe ich das nicht getan. Wenn v. Posch die von ihm angeführten Gleichungen 7 und 2 näher betrachtet, und die Gleichungen 19, 17 und 1 zum Vergleiche mit Gleichung 7 heranzieht, so wird er erkennen, daß der von mir für die Durchmesservergrößerung benützte Ausdruck keineswegs eine Konstante, sondern selbstredend eine Funktion — u. a. natürlich auch des Lochdurchmessers, wie v. Posch verlangt — darstellt.

4. Endlich führt v. Posch „einen weiteren Ableitungsfehler" an, „der darin besteht, daß bei der Berechnung der elastischen Verkürzung der gerissenen Radialsektoren (aus gerissenem Beton und gerissenem Fels) die Tangentialspannungen von vornherein gleich 0 gesetzt wurden, während sich infolge der durch die radialen Kräfte hervorgerufenen Querpressungen derselben unter Umständen erhebliche Tangentialspannungen entwickeln können, was von der Größe des Kraftangriffes und der Größe der vorhandenen Risse abhängig ist".

Auch diese Einwendung ist nicht stichhaltig, wie folgende Betrachtung lehrt:

Denkt man sich nämlich die erwähnten Sektoren zunächst als vollkommen starre Körper, so bewirken die angreifenden radialen Druckkräfte, daß diese Sektoren wegen des elastischen Nachgebens ihrer Unterlage von der Stollenachse in radialer Richtung nach außen wegrücken. Dadurch öffnen sich die zwischen ihnen liegenden radialen Trennungsfugen um ein ganz bestimmtes, vom Zentriwinkel der Sektoren und von der Nachgiebigkeit der Unterlage abhängiges Maß. Da nun aber der Stoff, aus dem die Sektoren bestehen, nicht vollkommen starr ist, können Querdehnungen auftreten, um deren Größe sich die Spaltweite zwischen den Sektoren verringert. Werden die Querdehnungen ebenso groß oder größer wie die Spaltweite, so kommen die einzelnen Sektoren miteinander in Berührung und es treten die durch v. Posch angeführten „Querpressungen" auf.

Wenn man nun aber das Verhältnis der Spaltweiten und der Querdehnungen innerhalb der praktisch in Frage kommenden Grenzwerte der maßgebenden Ausgangsgrößen untersucht, so zeigt sich, daß der oben angedeutete Grenzfall gar nicht auftreten kann. Die Spaltweiten ergeben sich nämlich immer größer als die Querdehnungen. Es hängt dies u. a. damit zusammen, daß die Poissonsche Zahl für Stoffe wie Beton und Gesteine verhältnismäßig hoch ist; in den durch v. Posch erwähnten Beispielen habe ich z. B. sowohl für den Beton, als auch das Gebirge mit $m = 10$ gerechnet. Hiezu sei erwähnt, daß P. Fillunger[5]) den bemerkenswerten Vorschlag gemacht hat, für die beiden genannten Stoffe mit einem unendlich großen m zu rechnen, das heißt also, Beton und Fels so zu behandeln, als ob diese überhaupt keine Querdehnungen erfahren würden. P. Fillunger begründet diesen Vorschlag in eingehender Weise und führt u. a. an, daß bei den verhältnismäßig kleinen, in Frage kommenden Druckspannungen wegen des eigenartigen Gefügebaues der beiden Stoffe zunächst nur achsiale Zusammendrückungen und keine Querdehnungen zustande kommen, und daß letztere erst bei höheren Drücken und nach entsprechender Komprimierung des Betons oder Felsens auftreten können.

III. Entgegnung auf die v. Poschsche Theorie der Spannungsverhältnisse in Druckstollen.

Nach diesen Darlegungen wende ich mich der Theorie v. Poschs zu, durch die der Genannte den Beweis erbracht haben will, daß meine Untersuchungen „ein geradezu konträres Bild der im Fels herrschenden Spannungsverhältnisse" geben. Die Begründung seiner Theorie bewerkstelligt v. Posch „auf rein logischem Wege", das heißt ohne Anwendung mathematischer Entwicklungen.

[4]) Oesterr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1913 Heft 19, 20.

[5]) In seinem über Einladung des Elektrisierungsamtes der Oesterr. Bundesbahnen erstatteten „Gutachten über die Berechnungsgrundlagen eines Druckschachtes für das Spullerseewerk" (Wien 1920, nicht veröffentlicht).

Digitized by Google

Die beiden grundlegenden Sätze, zu denen er solcherart gelangt, lauten — kurz ausgedrückt — wie folgt:

1. Wenn in einer unter allseitigem Druck stehenden Gebirgsmasse ein Stollen mit kreisförmigem Querschnitt ausgebrochen wird, so treten am Umfange des so geschaffenen Hohlraumes tangentiale Zugspannungen auf!

2. Wenn in einer an sich spannungslosen Gebirgsmasse ein Stollen mit kreisförmigem Querschnitt ausgebrochen und in unverkleidetem Zustande mit Druckwasser gefüllt wird, so entstehen am Umfange des ausgebrochenen Hohlraumes tangentiale Druckspannungen.

Es ist wohl überflüssig, auszuführen, daß diese beiden Sätze unrichtig sind, daß im Fall 1 nicht tangentiale Zugspannungen, sondern selbstverständlich Druckspannungen entstehen, und daß im Falle 2 anstelle tangentialer Druckspannungen ebenso selbstverständlich Zugspannungen auftreten.

Es erscheint hier nicht der Ort, derartige, längst schon erledigte Fragen aus der Festigkeitslehre zu erörtern. Ich beschränke mich daher darauf, wieder nur auf die einschlägige Literatur zu verweisen, und nenne zu diesem Zwecke z. B. die bekannte Abhandlung von G. Kirsch „Die Theorie der Elastizität und die Bedürfnisse der Festigkeitslehre“[6]) und die schon unter Anm. 4 genannte Studie von F. Willheim und A. Leon „Über die Verteilung von Spannungen im Innern von elastischen Körpern“; in letzterer findet sich nebenbei noch der Beweis dafür, daß v. Posch auch bezüglich des von ihm angeschnittenen Problems des kugeligen Hohlraumes in einer unendlich ausgedehnten, homogenen, elastischen Masse („aus der Physik“) irrt, und daß auch da gerade das Gegenteil seiner Behauptungen zutrifft.

Der Fehler, der v. Posch bei Aufstellung seiner beiden Hauptsätze unterlaufen ist, liegt darin, daß auch hier das Verhältnis der Querdehnungen zu den durch die radialen Längsdehnungen hervorgerufenen Umfangsänderungen nicht untersucht wurde, sondern stillschweigend die unzutreffende Annahme gemacht erscheint, die Querdehnungen seien größer wie die Umfangsänderungen. In Wirklichkeit kann wegen der Kleinheit der Querdehnungen weder in Abbildung 2b das angenommene Verkeilen, noch in Abbildung 1b das dargestellte Klaffen der gezeichneten Lamellen, eintreten; vielmehr erfolgt das Klaffen in dem durch die erstere, und das Verkeilen in dem durch die letztere Abbildung wiedergegebenen Belastungsfall.

Die Frage, ob im Fall 1 tangentiale Druck- oder Zugspannungen auftreten, ist vor allem bei unausgekleidet bleibenden Profilen von Belang, und zwar bei Druckschächten in höherem Maße wie bei Druckstollen, da erstere in der Regel unter größerem Innendruck stehen, als letztere.

Meines Wissens beträgt der größte Betriebsdruck, der bisher bei einem ausgeführten Druckschacht bzw. Druckstollen zur Anwendung gelangt ist, 32 bzw. 5 at; erstere Angabe bezieht sich auf den (von Anbeginn an gepanzerten) Druckschacht des Schnalstalwerkes (Südtirol)[7]), letztere auf den (erst nachträglich mit Blech ausgekleideten) Druckstollen des Adamellowerkes (Italien) bei vollem Ausbau.

Nimmt man einen Betriebsdruck von $p = 5$ at an, so betragen die tangentialen Zugspannungen, die am Umfange des nicht ausgekleideten Felsprofils auftreten, bei Voraussetzung eines homogenen Gebirges nach früherem ebensoviel, also 5 kg/cm² [8]). Da ein Gebirge, in dem die Ausführung eines unausgekleideten Druckstollens erfolgen soll, an sich schon hohe Qualitäten, in erster Linie mit Bezug auf seine Wasserdichtheit, besitzen muß, und die Wasserdichtheit eines Gebirges erfahrungsgemäß in der Regel auch mit guten Festigkeitseigenschaften desselben verbunden ist, so wird man bei Zutreffen dieser Voraussetzungen meistens auch annehmen können, daß die Zugfestigkeit größer wie 5 kg/cm² ist. Festigkeitsversuche mit guten Porphyren, Graniten und ähnlichen Gesteinen ergeben bekanntlich größere Werte. Es ist aber nicht zu übersehen, daß es sich hiebei meist um Biegungsversuche, und nicht um Zerreißversuche handelt, und daß die Zerreißfestigkeit bei Gesteinen — ebenso wie bei Beton — geringer ist, als die Biegungsfestigkeit, und daß ferner ein Unterschied gemacht werden muß zwischen dem Gestein an sich und dem aus ihm aufgebauten Gebirge; die Gebirgszugfestigkeit ist selbstverständlich kleiner als die Zugfestigkeit, die man an eigens ausgewählten Gesteinsstücken findet. So kann z. B. die Zugfestigkeit des Gebirges im Bereiche örtlicher Spalten oder tektonischer Störungslinien geradezu auf Null heruntersinken, wenn auch die Zugfestigkeit des Gesteins an sich eine hohe ist.

Ich habe daher in meiner eingangs genannten Abhandlung erwähnt, daß trotz der verhältnismäßig geringen, bei Druckstollen vorkommenden Betriebsdrücke immerhin auch hier der Fall eintreten kann, daß eine nur zur Übertragung von Druckspannungen befähigte, sohin als „gerissen“ anzusehende Gebirgszone in Rechnung zu stellen ist; dies gilt auch für ausgekleidete Druckstollen, wenn das Gebirge besonders ungünstige Beschaffenheit, z. B. ausgesprochene Feinklüftigkeit, zeigt.

Bemerkt sei noch, daß das Anwendungsgebiet unausgekleideter Druckstollen und -Schächte selbstverständlich immer ein viel engeres bleiben muß, als das ausgekleideter, weil das durchfahrene Gebirge nur in verhältnismäßig seltenen Fällen jene vorzügliche Beschaffenheit aufweisen wird, die die unumgängliche Voraussetzung für das Weglassen einer Auskleidung bildet.

Bei ausgekleideten Druckstollen oder -Schächten ist — wie schon angedeutet — die Frage nach der Art der Tangentialspannungen, die im Gebirge auftreten, von geringerer Wichtigkeit, wie bei unausgekleideten; hier kommt es ja vor allem darauf an, wie sich die Inanspruchnahme der Auskleidung selbst gestaltet. Die Größe dieser Inanspruchnahme richtet sich aber in erster Linie nach der Güte der Bettung, in der diese Auskleidung liegt, das heißt

[6]) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1898, Nr. 29.

[7]) Von der Bauunternehmung Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck, entworfen und 1908–1911 erbaut; vergl. auch A. Ludin, „Die Wasserkräfte“, II. Bd., S. 1180 (Berlin 1913).

[8]) Herrn Ing. B. Arneberg, Kristiania, verdanke ich die Kenntnis einer Studie von J. H. L. Vogt „Tryktunneller og Geologi“ (Kristiania 1922). In dieser Abhandlung werden die geologischen Verhältnisse behandelt, wie sie bei dem später noch zu erwähnenden, unausgekleideten Druckschacht des Kraftwerkes Herlandsfossen (Norwegen), sowie bei zwei anderen derartigen Druckschächten vorliegen (Kraftwerk Svaelgen mit 151.5 m. und Kraftwerk Skar mit 142 m Druckhöhe; ersterer hat sich bewährt, letzterer zeigte grosse Wasserverluste, weshalb nur der obere Teil mit 37 m Druckhöhe als Druckschacht im Betrieb bleiben soll, während im unteren Teil eiserne Rohre eingebaut werden). Die Studie enthält auch einen theoretischen, von F. Vogt verfassten Abschnitt, der sich mit der Ermittlung der Spannungen befasst, die bei unausgekleideten Druckstollen oder -Schächten im Gebirge auftreten; in der (in deutscher Sprache geschriebenen) „Zusammenfassung“ heisst es unter anderem:

„Der Wasserdruck p bewirkt einen Druck in radialer Richtung und — was für uns wichtiger ist — einen Zug der Peripherie des Stollenquerschnittes entlang. Bei ideal zirkelrundem Querschnitt beträgt dieser Zug annähernd 0.7 p“. — Hiezu ist zu bemerken, dass die Theorie der unendlich ausgedehnten, elastischen, gelochten Scheibe bei Voraussetzung homogenen Materials, wie erwähnt, für diesen Zug den grösseren Wert p ergibt. Der Faktor 0.7 in der obigen Abhandlung erklärt sich unter anderem daraus, dass F. Vogt den Elastizitätsmodul des Gebirges mit einem für Druck und Zug verschieden grossen Wert in Rechnung stellt, also die Voraussetzung der Homogenität nicht macht. Aus der dort gegebenen Ableitung erkennt man aber ohne weiters, dass bei Gleichsetzung der beiden Elastizitätsmoduli auch hier an Stelle des Faktors 0.7 der Faktor 1 erhalten wird.

Für den Fall, als mit einem lotrechten Gebirgsdruck v und einem — natürlich immer kleineren — horizontalen Gebirgsdruck h gerechnet werden kann, gibt dann F. Vogt die auftretenden Spannungen in der lotrechten Richtung mit 0.7 $(p-v)$ und in der wagrechten mit 0.7 $(p-h)$ an. Hiezu bemerke ich aber, dass v und h sehr unsichere Grössen sind, die infolge gewölbeartig wirkender Verspannungen im Gestein vielfach überhaupt nicht zur Auswirkung auf den Stollen gelangen werden und daher sicherheitshalber besser unberücksichtigt bleiben.

In der erwähnten „Zusammenfassung“ heisst es weiter: „Bei Druckstollen muss man somit selbst bei idealem Zirkelquerschnitt, in den allermeisten Fällen mit einer Zugspannung im Nebengestein rechnen. In der Tat handelt es sich aber nie um einen ideal zirkelrunden Querschnitt des Stollens, wenn derselbe nicht ausgemauert ist. An allen einspringenden Ecken erhöht sich die Zugspannung sehr erheblich. Das Wasser wird deswegen in allen Klüften des Nebengesteins wie ein Sprengkeil wirken und eventuell auch neue Klüfte veranlassen“.

Digitized by Google

also, nach der Größe der Nachgiebigkeit, die das Gestein in radialer Richtung zeigt; daß eine solche selbst bei höchst festen Gesteinen, z. B. also im Granitgebirge, besteht, ist durch die eingehenden, im Druckstollen des Kraftwerkes Amsteg der Schweizer. Bundesbahnen durchgeführten Dehnungsmessungen erwiesen. Ob diese Nachgiebigkeit durch den Elastizitätsmodul, die Poissonsche Zahl und die Zugfestigkeit des Gesteins gekennzeichnet wird, wie dies in meiner in Rede stehenden Abhandlung der Fall ist, oder durch eine „Bettungsziffer", wie ich es in einer anderen Studie[9]) versucht habe, oder auf irgend eine andere Weise Berücksichtigung findet, ist letzten Endes gleichgültig. v. Posch hätte daher trotz des weittragenden Irrtums, der in seinen beiden Sätzen 1 und 2 liegt, wenigstens noch für ausgekleidete Profile zu erträglichen Ergebnissen gelangen können; da er aber die in der Auskleidung auftretenden Spannungen ebenfalls aus den genannten Sätzen ableitet, sind auch die von ihm für ausgekleidete Profile aufgestellten Folgerungen unrichtig.

Nach dem Ausgeführten würde es sich eigentlich erübrigen, auf die Theorie v. Poschs weiter einzugehen; da aber die darin behaupteten Irrtümer im Falle ihrer Übertragung auf die Praxis zu schweren Mißerfolgen führen müssen, ist es geradezu Pflicht, sie ihrem ganzen Umfange nach aufzudecken. Ich sehe mich daher gezwungen, doch noch bei der Sache zu verweilen, um wenigstens die krassesten Unrichtigkeiten dieser Theorie zu zeigen.

1. Anknüpfend an seinen Satz 1, wonach am Umfange eines unausgekleideten Stollens, der in einem unter allseitigem Druck stehenden Gebirge aufgefahren wird, tangentiale Zugspannungen auftreten sollen, behauptet v. Posch, daß damit „eine in allen Stücken mit den Erfahrungen des Tunnelbaues übereinstimmende, neuartige Erklärung für den Gebirgsdruck und dessen Nebenerscheinungen" gegeben sei.

Nach dieser allerdings „neuartigen" Erklärung wären also die bekannten Erscheinungen, wie sie z. B. beim Vortrieb des Simplontunnels im Kalkphyllit und Lebendungneis bei 1500 bis 2000 m Überlagerung infolge des Schweredruckes auftraten[10]) — das Zerknicken der Kappen, die Aufstauchungen des Gesteines an der Firste und Sohle, sowie die beträchtlichen Hebungen derselben — auf tangentiale Zugspannungen im Gebirge zurückzuführen!

Einen Beweis für seine „Erklärung" glaubt v. Posch in einer von ihm offenbar mißverstandenen Abbildung zu erblicken, die er in einem Auszuge der bekannten Untersuchungen von A. Leon und F. Willheim über tunnelartig gelochte Gesteine vorfand. Wer sich aber der Mühe unterzieht, die theoretische Einbegleitung dieser wertvollen Arbeiten[11]) zu lesen und die Ergebnisse der unter allseitigem Druck durchgeführten Versuche[12]) zu studieren, wird erfahren, daß die bei allseitigem Druck auftretenden tangentialen Spannungen selbstverständlich keine Zugspannungen, sondern, wie schon früher erwähnt, Druckspannungen sind. Die Arbeiten von A. Leon und F. Willheim beweisen daher gerade das Gegenteil von dem, was v. Posch unter Berufung auf sie feststellen will.

Nur nebenbei sei bemerkt, daß in den Tiefen, in denen sich der Ingenieur mit seinen Druckstollen- und Schachtbauten bewegt, im Gebirge niemals allseitiger Druck herrschen wird. Die v. Poschsche Behauptung „näherungsweise kann man jedenfalls annehmen, daß der einen Druckstollen umgebende Fels unter allseitiger, gleichmäßiger Druckspannung steht", trifft demnach nicht zu.

2. Nach v. Poschs Satz 2 treten am Umfange eines unausgekleideten, in einem an sich spannungslosen Gebirge vorgetriebenen Stollen, der mit Druckwasser gefüllt ist, tangentiale Druckspannungen auf; daher können nach Ansicht des Genannten durch den Betriebsdruck auch keine radialen Zugrisse im Gebirge verursacht werden. Solche Risse kommen nach v. Poschs Satz 1 vielmehr nur infolge des Gebirgsdruckes zustande, da dieser ja tangentiale Zugspannungen hervorrufen soll. Daraus leitet dann v. Posch den weiteren Satz ab, daß die bei einem unausgekleideten Stollen etwa vorhandenen Felsrisse durch die Wirkung des Betriebsdruckes, wenn dieser nur genügend groß ist, — geschlossen werden, und fügt hieran noch die Bemerkung, „diese Erkenntnis .... dürfte für die Zukunft des Druckstollenbaues von wesentlich beruhigender Wirkung sein".

Da v. Posch jede Kritik dieser Behauptungen von vorneherein abschneidet, indem er erklärt, „jedes andere Resultat irgendwelcher Theorien würde lediglich die Unzulässigkeit derselben beweisen", erscheint es zweckmäßig, die Unrichtigkeit der erwähnten Anschauungen nicht durch theoretische Erwägungen, sondern durch die Schilderung eines Falles aus der Praxis nachzuweisen.

Das Kraftwerk Herlandsfossen (Norwegen)[13]) besitzt einen unausgekleideten Druckschacht, der in seiner ersten Gestalt (1919) aus einem 180 m langen, schrägen, unter etwa 45° geneigten, und einem 140 m langen, nahezu wagrechten Teile bestand. Das talseitige Ende des letzteren war durch einen mächtigen, 50 m weit im Berg liegenden Betonpfropfen abgeschlossen, der als Verankerung für zwei eiserne Rohrleitungen von 1,40 m Durchmesser diente, durch die das Betriebswasser den Turbinen zugeführt werden sollte.

Das Gebirge besteht aus dunkelgrünem Hornblendegestein, dessen Druckfestigkeit mit 718 bis 2095 kg/cm² bestimmt wurde. Die Wasseraufnahme an rauh gearbeiteten Probestücken betrug 0,179 bis 0,316 v. H. — ob des Gewichtes oder des Volumens, geht aus der benützten Veröffentlichung nicht hervor —, war also jedenfalls eine geringe und ließ auch für das Gebirge selbst Wasserdichtheit erhoffen.

Die erste Füllung erfolgte so, daß der Druck innerhalb von 15 Stunden allmählich bis 123 m Wassersäule, das ist etwas weniger als die volle, projektsmäßige Druckhöhe von 137,5 m, gesteigert wurde. Die anfänglichen Wasserverluste waren gering und betrugen etwa 5 lit/sek.; fünf Stunden nach erfolgter Füllung zeigte sich aber eine rasche Zunahme der Wasserverluste. Gleichzeitig wurde in einer kleinen Talsenkung, die den wagrechten Teil des Bauwerkes etwa 80 m bergwärts vom erwähnten Pfropfen — also insgesamt 130 m vom Mundloche entfernt — kreuzt, der Austritt von Quellen festgestellt. Der Druckschacht wurde wieder entleert und einer eingehenden Untersuchung unterzogen; hiebei konnte man im wagrechten Teil des Bauwerkes feststellen, daß sich daselbst im Fels ein Längsriss gebildet hatte, der bei seiner Auffindung 5 mm weit klaffte, und durch den ein Teil des Wassers, das aus dem Stollen ins Gebirge ausgepreßt worden war, wieder in diesen zurückströmte. 24 Stunden nach erfolgter Entleerung hatte sich der Riss wieder geschlossen.

Man entschied sich nun dafür, den Stollen im Bereiche des Risses, und zwar auf eine Strecke von 59 m, mit eisenbewehrtem Beton auszukleiden. Die Stärke der Auskleidung betrug auf die Länge der eigentlichen Rißstelle 75 cm, in den übrigen Teilen 50 cm. Das Betonmischungsverhältnis wurde mit 1:3 gewählt. Die Stärke der Bewehrung bemaß man so, daß sie an sich allein, also ohne Mitwirkung des Betons, imstande war, den vollen Betriebsdruck von 137,5 m Wassersäule, vermindert um das Gewicht der den Stollen überlagernden Felsmasse, bei einer Inanspruchnahme von 1000 kg/cm² aufzunehmen. Nach Fertigstellung der Auskleidung wurde sie sorgfältig mit Zementmörtel hinterpreßt, um ein sattes Anliegen des Betons an das Gebirge zu erzielen; der dabei zur Anwendung gelangte Druck betrug 20 at. Das Mischungs-

[9]) L. Mühlhofer „Neuerungen auf dem Gebiete des Druckstollenbaues" (Der Bauingenieur 1922, Heft 18, 19, 20); in dieser Abhandlung werden unter anderem auch die bis etwa Jänner 1922 verschiedenenorts teils in Erwägung gezogenen, teils versuchsweise ausgeführten Druckstollen-Auskleidungsweisen kurz beschrieben. (Ueber die jüngsten einschlägigen Bauten in der Schweiz vergl. die Arbeit von H. Schachermayr „Neue Erfahrungen im Bau von Druckstollen für Wasserkraftanlagen", „Die Wasserkraft" 1922, Heft 7, 8, 9, 10).

[10]) Vergl. z. B. E. v. Willmann „Ueber einige Gebirgsdruckerscheinungen in ihren Beziehungen zum Tunnelbau" (Leipzig 1911).

[11]) Oesterr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1910 Heft 44.

[12]) Oesterr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1912, Heft 16.

[13]) H. Schjerven „Tryktunnellen ved Herlandsfossen" (Techniak Ukeblad 1921, Nr. 32; vergl. auch die in Anm. 8 genannte Abhandlung.)

Digitized by Google

verhältnis des Preßgutes war 1 Sack Zement und 1 Sack Sand auf 50 l Wasser.

Nach Fertigstellung dieser Auskleidung ging man mit der Anlage in Betrieb, wobei die Druckhöhe zwischen 120 und 128 m gehalten wurde. Die Wasserverluste waren mehrere Monate hindurch nur gering und betrugen etwa 5 bis 6 lit/sek. Als man aber den Druck auf 132 m Wassersäule erhöhte, stiegen die Verluste plötzlich auf mehr als 300 lit/sek. an; es konnte daher kein Zweifel darüber bestehen, daß irgendwo ein Bruch eingetreten war. Man ging nun mit dem Druck auf 90 m herunter, wodurch die Wasserverluste eine wesentliche Verminderung erfuhren, und blieb so noch einige Monate in Betrieb, bis man sich zu einer neuerlichen Untersuchung des Bauwerkes entschloß. Diese zeigte, daß die eisenbewehrte Betonauskleidung nahezu auf ihre ganze Erstreckung Längsrisse aufwies, die deutlich in das dahinter liegende Gebirge hinein verfolgt werden konnten.

Nach diesem Befund entschied man sich dafür, den früher erwähnten Betonpfropfen an das untere Ende des Schrägschachtes zu verlegen, die beiden Druckrohrstränge bis zu dieser Stelle zu verlängern und mithin den Druckschachtbetrieb im wagrechten Teil des Bauwerkes endgültig aufzugeben. Die bezüglichen Umgestaltungsarbeiten sind 1920 beendet worden.

Aus den geschilderten Vorfällen ist folgendes festzuhalten:

a) Unter der Wirkung des inneren Wasserdruckes sind im Gebirge Längsrisse entstanden; v. Posch behauptet aber, der Betriebsdruck könne niemals zur Rißbildung im Fels führen.

b) Der Riß, der sich bei der ersten Füllung gebildet hatte und anfänglich 5 mm weit klaffte, war 24 Stunden nach erfolgter Entleerung des Stollens wieder geschlossen; nach v. Posch soll aber das Entleeren eines rissig gewordenen, unausgekleideten Stollens zur Folge haben, daß sich die Risse nur noch weiter öffnen.

c) Bei großen Druckhöhen waren die Wasserverluste größer wie bei kleinen, was darauf hinweist, daß die Öffnungsweite der Risse mit der Größe des inneren Wasserdruckes zunahm; v. Posch behauptet dagegen, daß die Öffnungsweite vorhandener Risse kleiner wird, wenn man den Druck des Betriebswassers steigert, so daß die Wasserverluste bei hohem Betriebsdruck geringer ausfallen müßten, wie bei niedrigem.

Sollte also wirklich noch ein Beweis dafür notwendig sein, daß die Theorie v. Poschs ein vollständig verkehrtes Bild gibt, so können die beim Kraftwerk Herlandsfossen gemachten Erfahrungen als solcher gelten.

3. In seinem „Schlußwort" erklärt v. Posch, daß in der Betonauskleidung von Druckstollen Zugspannungen nur dann auftreten können, wenn der Elastizitätsmodul des Gebirges kleiner ist, als der des Betons.

Eine einfache elastizitätstheoretische Untersuchung lehrt, daß dies nicht zutrifft; die Auskleidung kann vielmehr aus einem wie immer gearteten Baustoff bestehen — stets werden die am Innenrand auftretenden tangentialen Spannungen Zug sein. Dies gilt auch für den — praktisch natürlich nicht vorkommenden — Grenzfall, daß das die Stollenröhre umgebende Gebirge vollkommen starr und sein Elastizitätsmodul daher unendlich groß ist; die v. Poschsche Forderung, wonach der Elastizitätsmodul der Auskleidung — zwecks Vermeidung von Zugspannungen in ihr — kleiner sein soll als der des Gebirges, ist dabei wohl im denkbar weitgehendsten Maße erfüllt.

Das oben Gesagte ist auch ohne Rechnung leicht einzusehen. Der Durchmesser des Innenrandes der Auskleidung erfährt nämlich unter der Wirkung des Innendruckes eine Vergrößerung, die dadurch zustande kommt, daß die Gefügeteilchen der Auskleidung vom Innenrande weg gegen den Außenrand zu abgedrückt werden. Der Außenrand selbst erleidet wegen der angenommenen Unnachgiebigkeit der Bettung weder eine radiale Verschiebung, noch eine tangentiale Dehnung, sondern bleibt nach Form und Größe unverändert. Infolge des Abrückens des Innenrandes nach außen hin wird aber der Umfang des letzteren größer, wodurch natürlich am Innenrand tangentiale Zugspannungen hervorgerufen werden.

Damit erweist sich selbstverständlich auch die Schlußfolgerung v. Poschs, wonach etwaige, trotz guten Anliegens der Auskleidung an das Gebirge im Beton auftretende Risse durch Überschreiten der Druckfestigkeit, und nicht der Zugfestigkeit, zu erklären sein sollen, als irrig.

Erwähnt sei, daß die tangentialen Zugspannungen, die in der Auskleidung auftreten, um so kleiner werden, je dehnbarer der Baustoff ist, aus dem diese besteht. Eine ideale Ausführungsweise wäre daher die, eine Betonauskleidung herzustellen und auf dieser eine aus einer recht nachgiebigen, z. B. kautschukartigen, Masse bestehenden Dichtungshaut aufzutragen, wie ich dies in meiner unter Anm. 9 genannten Studie begründet habe; leider ist aber eine für solche Zwecke praktisch in Frage kommende Masse noch nicht bekannt.

4. v. Posch stellt weiterhin für nur mit Beton allein ausgekleidete Druckstollen oder -Schächte die Behauptung auf, ihr Anwendungsgebiet sei theoretisch unbegrenzt.

Auch dies ist — leider — unrichtig, was eine einfache Betrachtung ohne weiteres zeigt. Wie schon gesagt, treten infolge des Betriebsdruckes in der Betonauskleidung Zugspannungen auf, deren Größe natürlich eine Funktion des Betriebsdruckes darstellt. Andererseits ist aber die Zugfestigkeit des Betonmauerwerkes als Konstante zu betrachten. Daraus folgt aber, daß es selbstverständlich irgend einen Betriebsdruck geben muß, bei dem die tangentialen Zugspannungen die Zugfestigkeit der Auskleidung überschreiten, so daß diese reißt. Damit ist aber das Bauwerk undicht geworden, es sei denn, daß der nur selten zu erhoffende Fall eines an sich schon wasserdichten Gebirges vorliegt.

Übrigens führt selbst die unrichtige Theorie v. Poschs, wonach in der Auskleidung Druckspannungen auftreten sollen, zum Ergebnis, daß die zulässigen Druckhöhen keineswegs unbegrenzt sind. Auch diese Druckspannungen müßten ja mit dem Betriebsdruck irgendwie zunehmen und daher bei einer gewissen Größe dieses Druckes die in diesem Falle als maßgebend zu betrachtende Druckfestigkeit überschreiten, und somit den Bruch der Auskleidung verursachen.

Wie v. Posch bei diesem Sachverhalt die oben erwähnte Behauptung aufstellen kann, ist mir unerfindlich. Die bedauerliche Wahrheit bleibt nach wie vor die, daß der Betriebsdruck, bis zu welchem man bei einem nur mit Beton allein ausgekleideten Druckstollen oder -Schacht gehen kann, nach oben begrenzt ist, und daß die Grenze sehr niedrig liegt[14]).

Jedenfalls beweisen die sich in der Literatur vorfindenden, aus aller Welt vorliegenden Berichte über undicht gewordene Druckstollen und -Schächte, ferner persönliche Mitteilungen von Erstellern solcher Bauwerke, und endlich die Ergebnisse von Anfragen an Eigentümer von Anlagen mit derartigen Objekten, daß eine große Anzahl von Druckstollen und -Schächten, die in der angegebenen Weise ausgekleidet wurden, infolge von Rissen notleidend sind.

Manchmal mag das Vorhandensein von Rissen freilich selbst der Werksleitung unbekannt sein; man bedenke z. B. bloß, daß ein Werk, das nicht mit einem anderen gekuppelt ist, seinen Stollen entweder gar nicht oder doch nur höchst selten entleeren und einer Besichtigung unterziehen wird, weil ja jede solche Besichtigung eine empfindliche Beeinträchtigung der Kraftabnehmer bedeutet. So teilte mir

[14]) Vom Sonderfall, dass neben dem inneren Betriebsdruck auch noch ein äusserer, die Stollenröhre entlastender Grundwasserdruck vorhanden ist, wird hier abgesehen, da solche Verhältnisse auf dem wichtigsten Anwendungsgebiete der Druckstollen, nämlich als Oberwasserleitung von Wasserkraftanlagen, wohl kaum in Frage kommen. Es ist aber selbstverständlich, dass ein derartiger Aussendruck eine wesentliche Steigerung des Betriebsdruckes zulassen kann, wie dies bei den grossen Druckstollen der Catskill-Wasserleitung New-Yorks der Fall ist.

In meiner Studie „Theoretische Betrachtungen zum Problem des Druckstollenbaues" (Schweiz. Bauzeitung 1921, Bd. 78, Nr. 21) habe ich versucht, die in einem solchen Falle bestehenden Beziehungen klarzulegen.

Digitized by Google

ein bekanntes, 1905 in Betrieb gegangenes Talsperrenwerk, bei dem ich 1921 um den Zustand seines Druckstollens anfragte, mit, der Stollen sei seit der Betriebseröffnung nie mehr zugänglich gewesen. Aber selbst eine zeitweilige Feststellung etwaiger Wasserverluste dürfte bei vielen Werken nur selten oder überhaupt nicht zur Durchführung gelangen; häufig sind solche Untersuchungen schon deshalb unmöglich, weil die Absperrorgane beim Stolleneinlauf nicht hinreichend dicht halten. Wo aber derartige Messungen vorgenommen werden, können sie zu recht wenig erfreulichen Ergebnissen führen; bei einer 1908 fertiggestellten Wasserkraftanlage hat man z. B. unter dem Eindrucke der bekannten Vorkommnisse beim Ritomwerk (1920) den Druckstollen auf seine Wasserdichtheit geprüft, wobei man entdeckte, daß er 300 lit/sek. verlor!

Kann man bei älteren Druckstollen- und -Schachtbauten immerhin den Umstand ins Treffen führen, daß man bei ihrer Ausführung nicht mit jener Sachkenntnis und jenen Hilfsmitteln zu Werke gegangen sei, über die man heute verfügt, und daß dies die erzielten Ergebnisse in ungünstigem Sinne beeinflußt habe, so ist eine solche Behauptung hinsichtlich der in den letzten Jahren in der Schweiz und in Österreich ausschließlich zu Studienzwecken ausgeführten betonverkleideten Versuchsstollen sicher unzulässig. Dennoch ist auch hier das Mauerwerk bei überraschend niedrigen Innendrücken gerissen; einige Zahlwerte mögen das Gesagte erhärten:

Bei dem 1922 fertiggestellten Kraftwerk Amsteg der Schweiz. Bundesbahnen hat man zum Beispiel vier Versuchsstrecken von kreisförmigem Querschnitt hergestellt, die nach ihrer Vollendung sorgfältig mit Zementmörtel hinterpreßt wurden; ihre Wandstärke betrug 25, 35, 45 und 70 cm. Diese Ringe sind bei einem Druck von etwa 3 at gerissen[15]).

Beim Spullerseewerk der Österr. Bundesbahnen[16]) gelangte 1921 eine Versuchsstrecke von fast kreisförmigem Querschnitt (lichte Höhe und Weite 1.80 m) zur Ausführung; Sohle und Widerlager bestanden aus Stampfbeton und waren miteinander sowohl der Länge, als auch der Quere nach verzahnt. Die Mauerung des Gewölbes erfolgte mit 20 cm starken Betonformsteinen; zwischen Gewölberücken und Gebirge wurde dann eine durchschnittlich ebenfalls 20 cm starke Preßbetonschichte hergestellt. Die Gesamtstärke der Mauerung betrug daher im Gewölbe 40 cm; an der Sohle war das Mauerwerk durchschnittlich 50 cm stark. Diese Strecke ist schon bei einem Druck von unter 2 at gerissen.

Gleichzeitig wurde unmittelbar neben diesem Versuchsabschnitt eine zweite, ebenso geformte Strecke ausgeführt, wobei aber für die ganze Auskleidung das Preßbetonverfahren zur Anwendung gelangte; auf diese Weise wurde ein vollständig fugenloser, vorzüglicher Beton erzielt, der, wie die später ausgespitzten Probeschlitze zeigten, ausgezeichnet satt an das Gebirge anlag. Auch diese ungleich vollkommenere Strecke ist, wenn auch erst bei einem Druck von unter 4,8 at, gerissen[17]).

Die v. Poschsche Behauptung, das Anwendungsgebiet von Druckstollen, die in der gewöhnlichen Weise nur mit Beton allein ausgekleidet werden, sei unbegrenzt, wird demnach sowohl durch die Theorie, als auch — und das ist wohl das ausschlaggebende — durch die Erfahrung widerlegt.

IV. Schlußwort.

Meine Ausführungen zusammenfassend, stelle ich folgendes fest:

1. Die durch Zivilingenieur Dr. Erich v. Posch, Innsbruck, an meiner Abhandlung „Die Berechnung kreisförmiger Schachtprofile unter Zugrundelegung eines elastisch-nachgiebigen Gebirges" geübte Kritik entbehrt jeder wissenschaftlichen noch sonstigen Grundlage.

2. Die vom Genannten aufgestellte Theorie der Spannungsverhältnisse in Druckstollen und -Schächten widerspricht in jeder Beziehung:

   a) den Erkenntnissen der Elastizitätstheorie,

   b) den an Versuchs-Druckstollen gewonnenen Versuchsergebnissen und

   c) den an ausgeführten Druckstollen und -Schächten gemachten Betriebserfahrungen.

Sie ist, als vom ersten bis zum letzten Satze unrichtig und daher in der Anwendung gefährlich, zu verwerfen.

Innsbruck, am 6. April 1923.

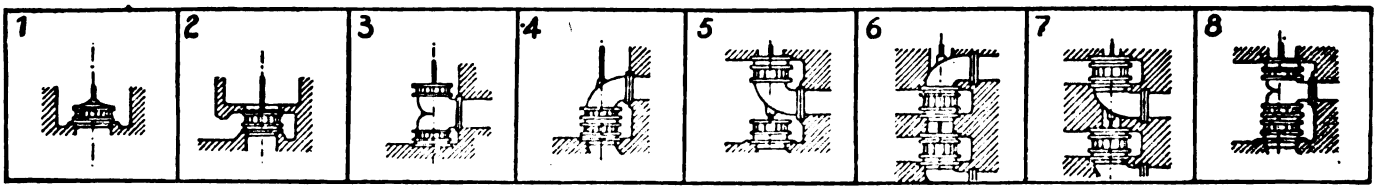
[15]) Der durch nicht wasserdichtes Gebirge führende, etwa 2000 m lange, untere Teil des Druckstollens des Kraftwerkes Amsteg wurde schliesslich mit einer Stampfbeton- und einer kräftig mit Eisen bewehrten Torkretschichte ausgekleidet. Nach erfolgter Torkretierung wurde das ganze Mauerwerk in weitgehendem Masse mit Zementmörtel hinterpresst; dies geschah teils mit einem Druck von etwa 5 bis 6 at, zum Teil unter einem solchen von 12 bis 15 at. Der grösste Betriebsdruck, unter welchem der Stollen arbeitet, beträgt etwa 3.5 at.

[16]) Aus den (zurzeit noch nicht veröffentlichten) Berichten über die im Auftrage und nach den Weisungen des Elektrisierungsamtes der Oesterr. Bundesbahnen durch die Bauunternehmung Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck, zur Durchführung gebrachten Versuche.

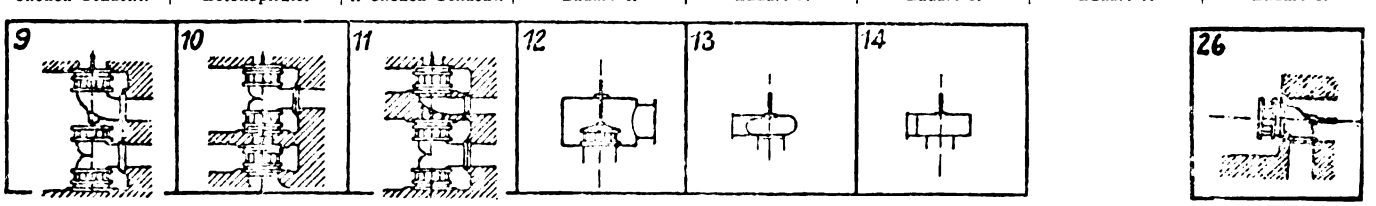
[17]) Gestützt auf diese und eine Reihe anderer Versuche, sowie auf Grund eingehender wirtschaftlicher Erwägungen ist die Entscheidung über die endgültige Ausführung des — rund 1800 m langen — Spullerseestollens nunmehr dahin getroffen worden, letzteren mit Beton auszukleiden und in ihm eine frei zugängliche, eiserne Rohrleitung von 1.40 m Weite zu verlegen. Der grösste Betriebsdruck beträgt 5 at.

Einheitsbezeichnungen für Wasserturbinen

(Aufgestellt vom Verband deutscher Wasserturbinenfabriken)

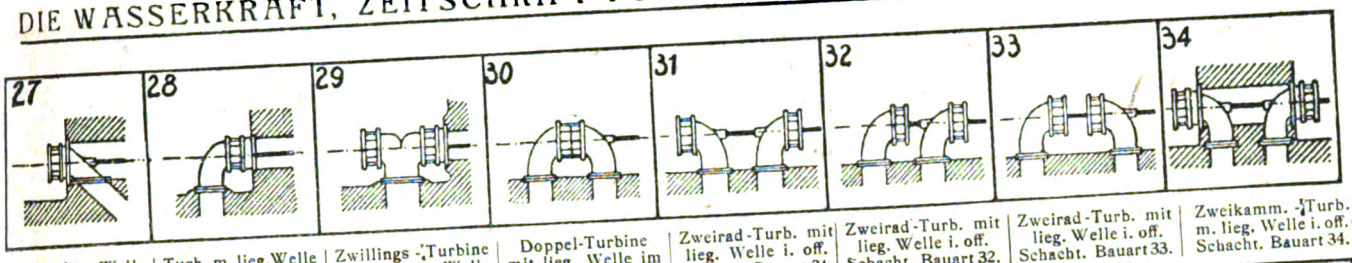


1	2	3	4	5	6	7	8
Einrad-Turbine m. stehender Welle i. offenen Schacht.	Einrad-Turbine m. stehender Welle i. Betonspirale.	Zwillings-Turbine mit stehend. Welle i. offenen Schacht.	Zweirad-Turbine mit stehend. Welle Bauart 4.	Zweirad-Turbine mit stehend. Welle. Bauart 5.	Zweirad-Turbine mit stehend. Welle. Bauart 6.	Zweirad-Turbine mit stehend. Welle. Bauart 7.	Dreirad-Turbine mit stehend. Welle. Bauart 8.

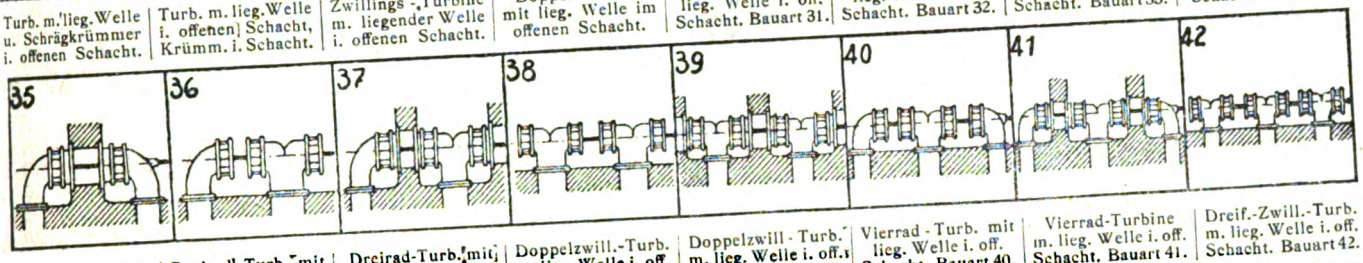


9	10	11	12	13	14	26
Dreirad-Turbine mit stehend. Welle. Bauart 9.	Dreirad-Turbine mit stehend. Welle. Bauart 10.	Dreirad-Turbine mit stehend. Welle. Bauart 11.	Einrad-Turbine m. stehender Welle im Kessel.	Einrad-Turbine m. stehender Welle in Gußspirale.	Einrad-Turbine m. stehender Welle in Blechspirale.	Turbine mit lieg. Welle i. off. Schacht Krüm. auß. Schacht.

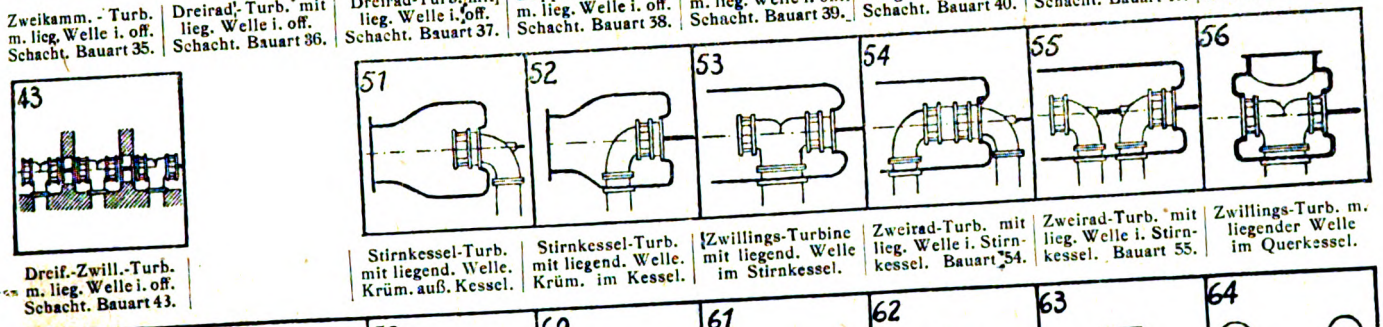
Digitized by Google



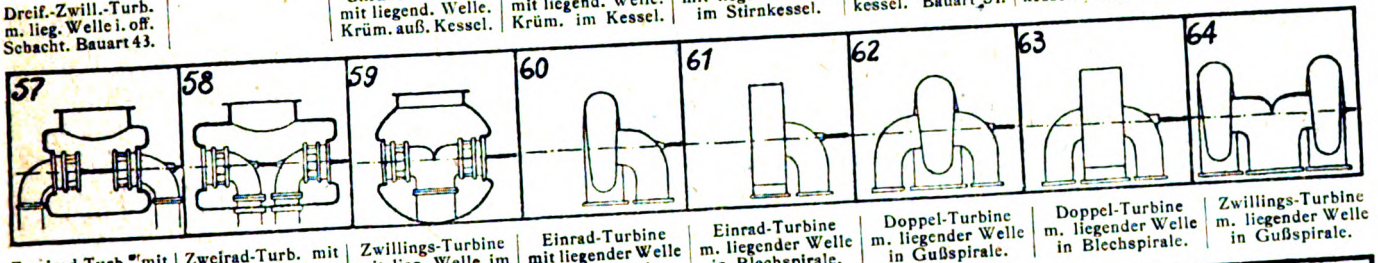
27 Turb. m. lieg. Welle u. Schrägkrümmer i. offenen Schacht.
28 Turb. m. lieg. Welle i. offenen Schacht, Krümm. i. Schacht.
29 Zwillings-Turbine m. liegender Welle i. offenen Schacht.
30 Doppel-Turbine mit lieg. Welle im offenen Schacht.
31 Zweirad-Turb. mit lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 31.
32 Zweirad-Turb. mit lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 32.
33 Zweirad-Turb. mit lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 33.
34 Zweikamm.-Turb. m. lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 34.



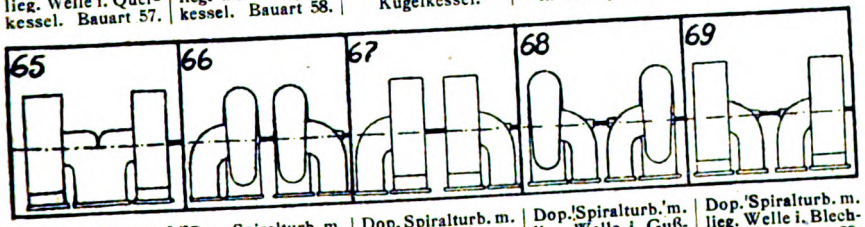
35 Zweikamm.-Turb. m. lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 35.
36 Dreirad-Turb. mit lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 36.
37 Dreirad-Turb. mit lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 37.
38 Doppelzwill.-Turb. m. lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 38.
39 Doppelzwill-Turb. m. lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 39.
40 Vierrad-Turb. mit lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 40.
41 Vierrad-Turbine m. lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 41.
42 Dreif.-Zwill.-Turb. m. lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 42.



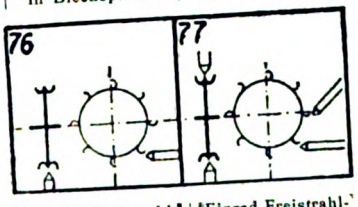
43 Dreif.-Zwill.-Turb. m. lieg. Welle i. off. Schacht. Bauart 43.
51 Stirnkessel-Turb. mit liegend. Welle. Krüm. auß. Kessel.
52 Stirnkessel-Turb. mit liegend. Welle. Krüm. im Kessel.
53 Zwillings-Turbine mit liegend. Welle im Stirnkessel.
54 Zweirad-Turb. mit lieg. Welle i. Stirnkessel. Bauart 54.
55 Zweirad-Turb. mit lieg. Welle i. Stirnkessel. Bauart 55.
56 Zwillings-Turb. m. liegender Welle im Querkessel.



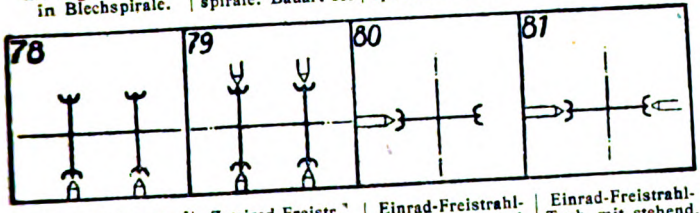
57 Zweirad-Turb. mit lieg. Welle i. Querkessel. Bauart 57.
58 Zweirad-Turb. mit lieg. Welle i. Querkessel. Bauart 58.
59 Zwillings-Turbine mit lieg. Welle im Kugelkessel.
60 Einrad-Turbine mit liegender Welle in Gußspirale.
61 Einrad-Turbine m. liegender Welle in Blechspirale.
62 Doppel-Turbine m. liegender Welle in Gußspirale.
63 Doppel-Turbine m. liegender Welle in Blechspirale.
64 Zwillings-Turbine m. liegender Welle in Gußspirale.



65 Zwillings-Turbine m. liegender Welle in Blechspirale.
66 Dop. Spiralturb. m. lieg. Welle i. Gußspirale. Bauart 66.
67 Dop. Spiralturb. m. lieg. Welle i. Blechspirale. Bauart 67.
68 Dop. Spiralturb. m. lieg. Welle i. Gußspirale. Bauart 68.
69 Dop. Spiralturb. m. lieg. Welle i. Blechspirale. Bauart 69.



76 Einrad-Freistrahl-Turb. mit liegend. Welle und 1 Düse.
77 Einrad-Freistrahl-Turb. mit liegend. Welle und 2 Düsen.



78 Zweirad-Freistr.-Turb. mit liegender Welle u. 2 Düsen.
79 Zweirad-Freistr. Turb. mit liegender Welle und 4 Düsen.
80 Einrad-Freistrahl-Turb. mit stehend. Welle und 1 Düse.
81 Einrad-Freistrahl-Turb. mit stehend. Welle u. 2 Düsen.

Nach eingehenden Beratungen wurden die vorstehenden einheitlichen Bezeichnungen für die verschiedenen Arten von Wasserturbinen und ihren Einbau vom

Verband deutscher Wasserturbinenfabriken

bekannt gegeben mit der Bitte an die Fachwelt und die beteiligten Kreise, sich in allen Fällen nach Möglichkeit an sie zu halten und zu ihrer Einbürgerung beizutragen.

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Die Illerkraftwerke. Der Bezirksverband Oberschwäbische Elektrizitätswerke, der seinen Strom größtenteils von seinem Ulmer Dampfkraftwerk und zum kleinen Teil von eigenen Werken in Munderkingen, Waldsee, Schussenried, Buchau und Ravensburg bezieht, hat zur Befriedigung der rasch steigenden Strombedürfnisse im Dezember 1919 beschlossen, die Wasserkräfte der Iller in zwei Stufen auszunützen. Die eine Stufe mit dem Kraftwerk Tannheim ist bereits soweit fertiggestellt, daß dieses dem Betrieb übergeben werden konnte. Das Stauwehr bei Mooshausen ist

Digitized by Google

eine kombinierte Walzen- und Schützenanlage mit zwei je 30 m langen Eisenblechmantelwalzen von 3,50 m Stauhöhe und zwei Rollschützen von je 10 m Breite und 5 m Höhe. Linksufrig schließt sich der 54 m lange Kanaleinlauf mit neun Holzschützen einfacher Konstruktion von je 5,6 m Breite und 2 m Höhe an. Der Oberwasserkanal mündet nach 5,6 km in das Krafthaus bei Tannheim. Dem Krafthaus vorgelagert ist ein kleines Speicherbecken, um den Tagesspitzenbedarf zu decken. Das Nutzgefälle im Krafthaus beträgt 16,6 m. Es sind drei Turbinen mit vertikaler Welle und je 3850 P S. Höchstleistung und 22m³/-Schluckfähigkeit/sec. aufgestellt, welche mit Schirmgeneratoren gekuppelt sind. In dem angebauten Schalthaus wird die elektrische Energie von 5000 auf 55 000 Volt umgespannt und durch zwei bereits fertiggestellte Leitungen zum Versorgungsgebiet geleitet werden.

Während das Mooshauser Stauwehr, der Hauptkanal von diesem zum Kraftwerk Tannheim und dieses selbst der Vollendung zugeführt sind, ist die Fortsetzung des Hauptkanals von 6,7 km Länge zum Kraftwerk Unteropfingen noch im Ausbau. Bei Unteropfingen soll das zweite Kraftwerk erstellt werden, das eine ähnliche Form und Einrichtung erhält wie das Kraftwerk Tannheim. Die mittlere Leistung des Unteropfinger Werkes ist um drei Prozent höher errechnet als bei Werk Tannheim. Die mittlere Leistung beider Werke beträgt 10 100 Kilowatt. Die Jahresleistung der beiden Kraftwerke Tannheim—Unteropfingen zusammen ist pro Jahr auf 40—50 Millionen Kilowattstunden angenommen. Unterhalb des Kraftwerkes Unteropfingen bei Kellmünz ist ein kleines Ausgleichsbecken vorgesehen. Von Unteropfingen wird der Unterwasserkanal in die Iller unterhalb der Kirchdorfer Wehrschwelle eingeleitet. Die Energiequelle Unteropfingen soll Ende 1923 in Betrieb gesetzt werden.

Das Itterkraftwerk. Der Ausbau der badischen Mittel-Wasserkräfte hat durch die Inbetriebnahme des Itterkraftwerkes im Gebiete des Neckar einen weiteren Fortschritt erzielt. Das Werk nutzt das Wasser der Itter, die in dem mittleren Odenwald entspringt, aus und verfügt über einen Stauweiher, der durch einen 60 m langen Staudamm abgeschlossen wird. Die Wasserzuführung zu dem Kraftwerk bei Eberbach erfolgt durch einen 2,8 km langen Kanal bis zum Wasserschloß und von da durch eine Druckrohrleitung aus Eisenbeton zum Maschinenhaus. Im Kraftwerk haben zwei Francis-Spiralturbinen von Voith, die unmittelbar mit B.B.C.-Drehstromgeneratoren gekuppelt sind, Aufstellung gefunden.

Die Zentrale vermag als mittlere Jahresleistung etwa vier Millionen Kilowattstunden abzugeben. Die erzeugte Energie wird, soweit sie nicht von der örtlichen Industrie verwertet wird, auf 20 000 Volt umgeformt und dem Netze des Badenwerkes, das die Landesenergieversorgung regelt, zugeführt. Am Unterwasserkanal wird sich ein weiteres Kraftwerk anschließen, das jedoch geringere Maschinenleistungen erhalten soll.

Überdruckturbinen für 261 m Gefälle. Das größte Gefälle, unter dem Francisturbinen arbeiten, ist gegenwärtig noch im Kernfluß-Kraftwerk Nr. 3 der Southern California Edison Co. Es beträgt 244 m. Im nächsten Jahre aber wird auch dies Gefälle übertroffen sein in der Oak Grove-Anlage der Portland Railway, Light and Power Co. Sie läßt bei der Pelton-Gesellschaft eine Überdruckturbine für 35 000 P.S. bei 261 m Gefälle bauen. Auf der lotrechten Welle sitzt darüber der von der General Electric Co. gebaute Stromerzeuger von 30 000 kVA. Er liefert bei 514 U/min. 60pulsigen Drehstrom von 11 000 V. Die Anlage ist weiter darin bemerkenswert, daß eine 10 km lange Förderbahnstrecke vom Endpunkt Cazadero der Eisenbahn gebaut werden muß, um an die Wehrbaustelle im Oak Grove, einem Zufluß des Clackamas, zu kommen. Dieser Weg- und Bahnbau erfordert 0,8 Mill. $, er führt durch völlig unwegsamen Wald und ist erst dreiviertel fertig; im Sommer dieses Jahres soll er beendet sein. Der ganze erste Ausbau ist auf 3 Mill. $ veranschlagt. Späterhin sollten noch zwei riesige Speicherbecken das Werk befähigen, das ganze Jahr hindurch 24 Std. mit voller Belastung zu arbeiten. Die endgültigen Kosten wachsen dadurch auf 10 Mill. $. („Power" v. 23. I. 23.) W. K.

Bahnelektrisierung

Elektrisierung der deutschen Reichsbahnen. Über den derzeitigen Stand der Elektrisierung macht Oberregierungsbaurat Wechmann, Berlin, in dem kürzlich erschienenen 2. Band des „Jahrbuches des deutschen Verkehrswesens" die folgenden Angaben: Im Gebiet der deutschen Reichsbahn sind bisher insgesamt 434,5 km elektrische Strecken im Betrieb, und weitere 816 km sind im Ausbau begriffen oder für die Elektrisierung soweit vorbereitet, daß man hofft, sie 1924 in Betrieb nehmen zu können. Zu den größten Projekten gehört die Elektrisierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen, von denen 9 km bereits seit Jahren elektrisch betrieben werden. Geplant ist die Elektrisierung der Strecken Breslau—Königszelt (49 km) und Dittersbach—Glatz (53 km). In Mitteldeutschland wird an dem Ausbau zwischen Leipzig, Halle, Magdeburg, Bitterfeld und Dessau gearbeitet; 72 km werden bereits elektrisch betrieben, weitere 101 km sollen folgen. In Baden wird die 49 km lange Wiesentalbahn (von Basel nach Zell) bereits elektrisch betrieben.

In Bayern endlich sollen vor allem die Strecken von München nach Süden (München—Garmisch, Kochel, Bayrischzell, Bad Tölz und Rosenheim) elektrisiert und später durch das neue Walchenseewerk mit Kraft gespeist werden; vorläufig sind 38 km in Betrieb, 137 km im Bau und 136 km in Vorbereitung; weiter sollen die Strecken München—Rosenheim—Kufstein, Salzburg, Reichenhall, Berchtesgaden (insgesamt 222 km, davon 41 km im Betrieb), München—Regensburg (139 km) elektrisch ausgebaut werden; die 17 km lange Strecke Schellenberg—Berchtesgaden—Königssee ist bereits elektrisiert.

Zunächst wird das Fahrpersonal dem Dampflokomotivpersonal entnommen; später, wenn der elektrische Betrieb größeren Umfang angenommen hat, soll Sonderpersonal ausgebildet werden. Die neugebauten und im Bau begriffenen Lokomotiven enthalten mindestens die Leistungsfähigkeit der schweren Dampflokomotiven; so befördern die neuen elektrischen Lokomotiven auf den schlesischen Gebirgsbahnen Güterzüge von 1200 Tonnen Anhängelast, wofür bisher zwei Dampflokomotiven nötig waren. Für die bereits im Betrieb befindlichen und die oben erwähnten neuen Strecken sollen zunächst 37 Flachland-Güterzuglokomotiven, 30 Gebirgsgüterzuglokomotiven, 35 schwere Personen-Lokomotiven, 19 Nahpersonenzuglokomotiven, 5 Flachlandschnellzuglokomotiven und 10 Gebirgsschnellzuglokomotiven beschafft werden.

Kurze Nachrichten

Wasserkraftnutzung

Oberaudorf. Durch Verständigung mit der Bayerischen und Tiroler Sensen-Union kam das Abkommen zustande, die Wasserkraft der Gfallermühle zu gleichen Teilen auszubauen. Die Errichtung eines Stauweihers mit 29 000 m³ Inhalt ist geplant. — **Dresden.** Die Sachsenwerk Licht- und Kraft A.-G. in Dresden hat Anfang 1922 in der Tschechoslowakei die technische und kaufmännische Leitung der Emag, Elektrizitäts- und Maschinenbau A.-G. Müglitz (Nordmähren) übernommen. Jetzt ist der Emag als Generalvertrieb des Sachsenwerk der Bau eines großen Wasserkraftwerkes bei Kaden in der Tschechoslowakei übertragen worden. Die Finanzierung, die mehrere Millionen tschechische Kronen erfordert, ist, wie mitgeteilt wird, von den ansässigen tschechischen Banken übernommen worden. — **Freudenstadt.** Das vom Schwarzwald-Elektrizitätswerk „Bezirksverband Heimbachkraftwerk" erbaute Wasserkraftwerk bei Bettenhausen konnte Anfang März programmäßig in Betrieb genommen werden. Die Kosten für das Kraftwerk betragen 900—1000 Millionen M. Weitere 200—300 Mill. M. kosten die verschiedenen Hochspannungsleitungen, die der Bezirksverband zurzeit baut und die gleichfalls unmittelbar vor ihrer Vollendung stehen;

Digitized by Google

darunter befinden sich eine 45 Kilometer lange Hochspannungsleitung für 55 000 Volt Spannung von Bieringen bei Rottenburg über Bettenhausen nach Waldmössingen bei Oberndorf, und eine 20 Kilometer lange Hochspannungsleitung für 15 000 Volt Spannung von Bettenhausen nach Freudenstadt. Der Wert des Kraftwerks Bettenhausen und der im Bau befindlichen Hochspannungsleitungen wird über 27 Milliarden betragen.

Verschiedenes

Verschiebung der Ersten Kölner Messe auf den Herbst 1923. Der Aufsichtsrat des Messeamts Köln hat beschlossen, die für den 6.—12. Mai d. J. angesetzte Erste Kölner Messe auf den Herbst zu vertagen. Die Messe wird in der Woche vom 9.—15. September d. J. stattfinden. Bestimmend für die Entscheidung waren die durch die politischen Verhältnisse im besetzten Gebiet hervorgerufenen Verkehrshemmnisse und die Schwierigkeiten im Warenverkehr zwischen dem besetzten Gebiet und dem übrigen Deutschland. Der Entschluß, die Messe zu verschieben, ist um so schwerer geworden, als die Messebauten unmittelbar vor ihrer Vollendung stehen und die zahlreiche Ausstellerbeteiligung die Gewähr für eine imponierende Schau deutscher Arbeit geboten hätte. Von den angemeldeten Firmen konnten nur die Hälfte zugelassen werden.

Hierzu teilt das Messeamt Köln weiter mit:

Die Frage der Abhaltung der Kölner Frühjahrsmesse, deren Aussichten vor einem Vierteljahr noch so günstig schienen, ist damit entschieden. Auch sie ist ein Opfer der französischen Ruhraktion mit ihren unheilvollen Folgeerscheinungen im Wirtschafts- und Verkehrsleben geworden. Die Messeleitung hat der Not gehorchen müssen; die durch die Zuspitzung der politischen Verhältnisse im Westen geschaffene Zwangslage ist stärker gewesen als ihr guter Wille. Vor wenigen Wochen noch hatte man bestimmt geglaubt, die erste Messe zu dem vorgesehenen Zeitpunkt im Mai abhalten zu können und die Messeleitung wurde in ihrem Vorhaben und bei der konsequenten Durchführung der Messevorbereitungen ermutigt durch die Haltung vieler Aussteller, die trotz der bestehenden politischen und wirtschaftlichen Schwierigkeiten die Abhaltung der Messe wünschten. Im Stillen hatten allerdings wohl alle gehofft, daß sich bis zum Mai die politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse wenigstens etwas geklärt haben würden und daß vor allem die Verkehrserschwernisse beseitigt worden wären. Die Hoffnung hat getrogen. Bei der gegenwärtigen Lage wäre es deshalb den Ausstellern gegenüber nicht zu verantworten gewesen, die Messe abzuhalten.

Für den Erfolg einer Messe ist letzten Endes ein starker Besuch von Einkäufern ausschlaggebend. Bei den Verkehrsbeschränkungen im besetzten Gebiet, die in der letzten Zeit eher zu- als abgenommen haben, wäre es aber ein Ding der Unmöglichkeit gewesen, die für die Messe notwendigen Einkäuferscharen nach Köln zu bringen. Ausländische Besucher würden wohl ganz gefehlt haben; denn Frankreich und Belgien wären diesmal ohnehin als Käufer nicht in Betracht gekommen, und die Kaufleute aus dem übrigen Ausland würden sicherlich kaum Lust verspürt haben, sich in die politische Kampfzone zu begeben und sich unter Umständen Unannehmlichkeiten auszusetzen.

Diese Gründe sind allein für die Entscheidung der Kölner Messegesellschaft maßgebend gewesen und sie glaubte, mit der Verschiebung der Messe zum Herbst vor allem im Interesse der Schausteller zu handeln.

Ausfuhr elektrischer Energie. Aus Anlaß des 60. Geburtstages des bekannten schwedischen Generaldirektors der Wasserkraftdirektion, T. V. Hansen, erschien ein „Hansenbuch", in dem Freunde und Kollegen des Gefeierten eine Reihe von Aufsätzen über verschiedene Wasserkraftfragen veröffentlichten. Einer darin enthaltenen Abhandlung über Ausfuhr elektrischer Energie, von Generaldirektor B. Stuevold-Hansen, entnehmen wir auszugsweise nachfolgende, einleitenden, allgemeinen Erörterungen der Frage angefügte Angaben.

Von besonderem Interesse für die Frage der Möglichkeiten von Energieausfuhr und deren Schwierigkeiten sind die Verhältnisse in der Schweiz, als dem Lande, das vor anderen eine solche Ausfuhr entwickelt hat und zwar derart, daß diese Ausfuhr eine tatsächliche Rolle in der schweizerischen Volkswirtschaft führt. Es beruht dies vor allem auf dem Reichtum des Landes an Wasserkraft, auf verhältnismäßig kleinem Gebiet vereinigt, auf der eigentümlichen Lage des Landes, umgeben von mächtigen und stark kraftverbrauchenden Nachbarn, der Gemeinschaftlichkeit der Wasserläufe mit den Nachbarländern und der hohen Entwicklung auf dem Gebiete des Wasserkraftausbaues und dessen Hilfsindustrien.

Nach Angaben von 1914 soll die Schweiz über eine Gesamtwasserkraft von 4 Millionen PS., berechnet für 15-Stundenbetrieb pro Tag in den Kraftstationen, verfügen. Hiervon waren am 1. Januar 1914 ausgebaut und im Betriebe 500 000 PS. Am 1. Januar 1921 waren weitere 300 000 PS. ausgebaut oder im Bau; im ganzen also 800 000 PS. (etwa 590 000 kW) d. i. $^1/_5$ der gesamten Kraftmenge. Für das Jahr 1920 wird die Ausfuhr mit im ganzen 378 000 000 kWh angegeben, wovon 221 000 000 in der Zeit vom 1. April bis 30. September. Für 1921 wird die Ausfuhr wie folgt angegeben:

nach Deutschland	36 610 kW
nach Frankreich	24 296 kW
nach Italien	46 859 kW
oder im ganzen	107 765 kW

Wie man sieht, handelt es sich um eine sehr bedeutende Kraftüberleitung von Land zu Land*). In der Schweiz war die Ausfuhr elektrischer Energie ursprünglich ganz frei, aber 1906 wurde sie von der Erlaubnis des Bundesrates abhängig gemacht. Die Bestimmung von 1906 wurde durch die Verordnung des Bundesrates vom 1. Mai 1918 in Beziehung auf das Bundesgesetz vom 22. Dezember 1916 „über die Ausnützung der Wasserkräfte" abgelöst. Die Verordnung bestimmt ebenso wie das Gesetz, daß Ausfuhr elektrischer Energie ins Ausland nur nach Bewilligung des Bundesrates erfolgen darf, und Artikel 5 spricht aus, daß der Bundesrat eine solche Bewilligung nur geben soll, „wenn darunter das öffentliche Wohl nicht Schaden erleidet und nur insoweit, als Grund zu der Annahme besteht, daß die Kraft in der Bewilligungsfrist keine entsprechende Verwendung im Inland finden wird". Die Ausfuhrbewilligung soll für eine bestimmte Zeit und unter den Bedingungen gelten, die der Bundesrat festsetzt. Die Bewilligung kann außerdem in gewissen Fällen vor der Frist widerrufen werden — sowohl bei wiederholter Verletzung der Bedingungen, als auch, wenn das öffentliche Wohl dies verlangt. Endlich sichert die Verordnung eine eingehende Kontrolle der Ausfuhr durch die Öffentlichkeit.

Zur Zeit herrscht in der Schweiz einige Gärung in der Ausfuhrfrage. Es sind starke Stimmen laut, die fordern, daß die Ausfuhr möglichst eingeschränkt oder ganz unterbunden werden soll, und es gibt wieder andere, die mit Nachdruck hervorheben, daß die Ausfuhr nützlich und sogar notwendig ist, und daß sie daher erleichtert und unterstützt werden muß. Die Gründe, die insonderheit gegen die Ausfuhr angeführt werden, sind die Gefahr, daß der inländische Bedarf nicht entsprechend gedeckt wird, daß die Preissteigerungen der Energie in den Ausfuhrpreisen nicht mitberücksichtigt werden und daß die Energie im Mitbewerb stehenden ausländischen Industrien zugute kommt. Für die Ausfuhr wird in erster Linie angeführt, daß sie den Ausbau und eine wirtschaftliche Verwendung der Wasserkräfte auch zu Nutz und Frommen des inländischen Verbrauchs fördert und daß sie Einnahmen bringt und das Handelsgleichgewicht verbessert.

Die große Mehrzahl will zweifellos die Ausfuhr nicht missen. Teilweise haben es indes die Zeitverhältnisse mit sich gebracht, daß die Ausfuhr auf Grund älterer Verträge nunmehr dem Ausland besonders billige Kraft im Vergleich

*) Die Angaben stammen aus Electrical World 24. Dez. 1921 S. 1277.

Digitized by Google

zu dem verschafft, was Ausbauten neuerer Zeit bieten können und dadurch ist die Ausfuhr in Verruf gekommen. Teilweise scheint etwas Uneinigkeit über die Richtung zu herrschen, die die Bewilligungsausübung des Bundesrates genommen hat, und über die künftige Ordnung der Sache bei einer neuen Gesetzgebung oder sonst bei einer Gelegenheit. Zur Beleuchtung der Bewilligungsbedingungen für Ausfuhr in neuerer Zeit ist zu erwähnen, daß die Bewilligungsfrist öfter auf 15 Jahre festgesetzt wird mit dem ausdrücklichen Vorbehalt, „daß die Bewilligung jederzeit ohne Entschädigung widerrufen werden kann." (siehe z. B. die Bewilligung für A.-G. „Motor" in Baden vom 3. Juni 1921). Es wird da regelmäßig Kraftabtretung an das Inland festgesetzt und es wird dem Bundesrat oder den Behörden in allen Fällen vorbehalten, Kontrolle an den Preisen für die Ausfuhrenergie zu üben. Es wird sicher für alle, die mit der Energieausfuhrfrage jederzeit vertraut sein sollen, von Interesse sein, diese Entwicklung weiter zu verfolgen*).

In Schweden, Dänemark und Norwegen und im Zusammenleben dieser Länder ist in den letzten Jahren das Interesse für die Frage der Energieausfuhr in ziemlichem Grade erwacht. In ein paar Fällen ist auch eine zwischenskandinavische Ausfuhrbetätigung dieser Art tatsächlich schon durchgeführt. Außerdem sind besonders im Hinblick auf eine Ausfuhr nach Dänemark besondere Verhandlungen zwischen den drei Ländern aufgenommen. Diese Verhandlungen begannen auf Grund rein privater Initiative, indem besonders kundige und interessierte Leute auf diesem Gebiete von Dänemark und Norwegen 1918 zur freiwilligen Behandlung der Sache zusammentraten. Diese Kontrolle der Sache durch interessierte Private erhielt sich auch weiterhin. Außerdem haben die drei Staaten 1920—21 Ausschüsse zur gegenseitigen Verhandlung über Energieausfuhr nach Dänemark ernannt. Diese Ausschüsse setzen ihre Arbeit fort und ihre Aufgabe besteht im wesentlichen darin, die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten für Ausfuhr dieser Art nach Dänemark von Norwegen aus entweder über Schweden oder über Skagerrak zu untersuchen und festzustellen.

Die Stellung der drei Länder zur Energieausfuhr ist sowohl an sich, als auch in der gegenseitigen Beziehung sehr verschiedenartig.

Dänemark verfügt selbst nicht über Energiequellen, die auch nur einigermaßen dem eigenen Bedarf genügen. Soweit man jetzt sehen kann, wird daher Dänemark in der skandinavischen Gemeinschaft wesentlich als Einfuhrland interessiert sein. Anderseits wird wohl nur Norwegen und Schweden für die Versorgung Dänemarks in Frage kommen können. Dänemark könnte im Verhältnis zu den beiden anderen Ländern auch als Durchgangsvermittler auftreten, aber es könnte sich dabei nur um südlichere Länder handeln, was augenblicklich jedenfalls ganz außerhalb der Erörterung steht.

Schweden und Norwegen gehören beide zu den energiereichen Ländern. Sie stoßen weiterhin nach einer sehr langen Grenzlinie (1650 km) zusammen und stehen dabei auch in der Energiefrage in einem gegenseitigen Sonderverhältnis. Eine Reihe von Wasserläufen, die teilweise schon Bedeutung als Kraftquellen nach der einen oder anderen Seite der Grenze haben und teilweise zweifellos noch bekommen werden, ist gemeinschaftlich, soweit sie entweder die Grenze zwischen den beiden Reichen bilden oder in ihrem Laufe beide Reiche berühren. Zu dieser natürlichen Gemeinschaftlichkeit hat das sogen. Karlstadübereinkommen vom 26. Oktober 1905 zwischen den beiden Ländern entsprechende Rücksicht auf die „Konvention über gemeinschaftliche Binnenseen und Wasserläufe" zu nehmen gesucht. Es enthält Sonderbestimmungen über Aufdämmung, Senkung und Ablassung von Binnenseen, Bauten an Wasserläufen u. a., wo dies für beide Länder von Bedeutung ist. Doch hat es vor allem wesentlich auf den Verkehr und die Flößerei Rücksicht genommen und in der Frage der Ausnützung der Wasserläufe als Kraftquellen hat es bisher keine Regeln aufgestellt. Es wird sich möglicherweise rein praktisch nach Bedarf in Sonderabkommen von Fall zu Fall entwickeln. Aber es bestehen freilich auch gewisse generelle Bestimmungen, die ihren selbstverständlichen Ausgangspunkt in der Konvention von 1905 haben.

Einbeziehungen von Grenzdistrikten in das Verteilungsgebiet des Nachbarlandes und daraus hervorgehende Überführung und Ausfuhr von Land zu Land kommen vor. So ist zu erwähnen, daß Energie vom Kommunalwerk in Aremark in Norwegen nach Nossemark in Schweden und vom Elektrizitätswerk von Lutne in Trysil zu Gehöften auf schwedischer Seite geliefert wird. Weiter, daß die elektrische A.-G. Gjörsefors und Skillingwerk in Schweden Energie nach Magnor und nach Vestmarken in Norwegen liefert. Es handelt sich hier für alle Fälle um kleine Energiemengen und um Einrichtungen, die allein darauf ausgehen, gegenseitig zu einer möglichst praktischen Lösung der Versorgung des platten Landes mit Energie zu verhelfen. In jedem Falle liegt auf norwegischer Seite die Konzession vor.

Schweden verfügt nach Angaben über im ganzen 6 200 000 Turbinenpferdekräfte, worunter gegen 5 Millionen im oberen und unteren Norrland. Davon wurden Ende 1920 etwa 1 210 000 Turbinenpferdestärken als neuzeitlich ausgebaut gerechnet. Soweit bekannt, ist hier mit 9 Monaten Betrieb im Jahr gerechnet. Schweden hat wohl auf lange Zeit hinaus Überschuß an Energie, der möglicherweise auch ausgeführt werden kann. Es ist auch das einzige der drei Länder, das tatsächlich eine solche Ausfuhr durchgeführt hat. Für das erste liefert Südsvenska Kraftaktiengesellschaft nach Dänemark (Seeland) Energie mittels Kabel über Öresund. Es handelt sich hier um Lieferung überschüssiger Energie u. zwar in ganz bedeutenden Mengen. Soweit bekannt, ist diese Einrichtung ganz auf dem Wege von Verhandlungen zwischen Lieferer u. Empfänger zustande gekommen, ohne daß die Bewilligung von einem der in Frage kommenden Staaten erholt oder eingefordert worden wäre, und ohne ein Abkommen zwischen diesen. — Weiterhin ist über eine größere Energieausfuhr von Schweden nach Norwegen zwischen den schwedischen und norwegischen Staatsbahnen Abkommen getroffen worden. Die Ofotenbahn soll auch auf norwegischer Seite im Laufe des Jahres 1922 elektrisiert werden. Vorläufig mangelt es auf norwegischer Seite an ausgebauter Energie für diesen Betrieb und es wird eine solche bis auf weiteres von der schwedischen Kraftanlage in Porjus bezogen. Es ist hier zwischen den beiderseitigen Staatsstellen Übereinkommen getroffen und von beiden Staaten genehmigt worden. Es ist selbstverständlich gut denkbar, daß Schweden ebenso wie das bedeutend kraftreichere Norwegen unter gewissen Verhältnissen auch ein Interesse daran bekommen können, Energie einzuführen. Als Übergangsland könnte Schweden eine sehr wesentliche Rolle spielen, wenn Norwegen in größerem Umfange Energie ausführen sollte. Soweit bekannt, hat man in Schweden ebenso wie in Dänemark, überhaupt keine Gesetzesbestimmung, die die öffentliche Bewilligung für Energieausfuhr oder Überleitung verlangt.

Norwegens verwendbare Wasserkraft in Wasserfällen über 1000 PS. wird insgesamt zu 12 300 000 Turbinenpferdestärken mit gleichmäßigem Tagesbetrieb über das ganze Jahr hin berechnet. Davon sind bis Ende 1920 im ganzen etwa 1 260 000 ausgebaut — alles für eigenen Gebrauch. Es kann wohl behauptet werden, daß kaum ein anderes Land größere Möglichkeit an Energieausfuhr besitzt als Norwegen, wenn man die Kraftmenge in Betracht zieht. Anders liegt die Sache, wenn man die Lage des Landes zu den besonders energiebedürftigen Ländern berücksichtigt. Zwar haben auch die südlicheren Teile des Landes gewaltige Kraftmengen und nach glaubhafter Berechnung heute einen großen Überschuß über den eigenen Bedarf, wenn man die unausgebauten und die ausgebauten Kraftquellen zusammen betrachtet, aber das Land selbst liegt ja den Stellen größten Verbrauches nicht nahe. Mit der Entwicklung und dem voraussichtlichen, stetigen Fortschritt in der Überführungstechnik wird es sich doch vielleicht erwei-

*) Einen recht vollständigen und lehrhaften Einblick in die verschiedenen Standpunkte bei den herrschenden Streit bekommt man durch das Lesen des Berichtes der Diskussionsversammlung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes vom 2. Dezember 1921 in Baden in „Schweizerische Wasserwirtschaft" Nr. 3, 25. Dezember 1921.

Digitized by Google

sen, daß auch für Norwegen keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bestehen. Wie oben angeführt, ist Norwegen schon als Einfuhrland auch für elektrische Energie aufgetreten. Als Durchgangsland für Energieausfuhr wird es nach seiner Lage wohl nie eine Rolle spielen. Durch Gesetz vom 14. Dezember 1917 über die Regulierungskonzessionen wurde unter den Konzessionsbedingungen angeführt, daß die Bewilligung der Regierung für Ausfuhr von elektrischer Energie verlangt wird. Eine Gesetzesbestimmung befindet sich in Ausarbeitung, die für alle Fälle eine solche Ausfuhr ohne Genehmigung der Regierung verbietet. Dr. S.

Geschäftliches

G. m. b. H. Eifeler Kraftwerke in Pelm. Unter diesem Namen wurde am 6. 3. 23 in Pelm ein neues Unternehmen gegründet. Gegenstand des Unternehmens ist: Verwertung von Wasserkräften, insbesondere Ausnutzung der Wasserkraftanlage in Pelm, Errichtung und Betrieb von Fabrikanlagen zur Ausnützung von Wasserfällen und anderer verwandter Unternehmungen. Stammkapital: 1 000 000 M. Geschäftsführer: Fabrikant Mathias Knötgen, Rodenkirchen, Kaufmann Josef Samuel, Köln, Kaufmann Fritz Frankenberg, Köln-Ehrenfeld.

Gemeindeverband Überlandwerk Hohenlohe-Oehringen. Zur Beschaffung der Mittel für die Vollendung des Kocherkraftwerkes, durch welches die Wasserkräfte des Kochers der elektrischen Stromerzeugung dienstbar gemacht werden, gibt der Gemeindeverband Überlandwerk Hohenlohe-Oehringen in Ohrnberg zunächst 150 000 000 M. 10proz. reichsmündelsichere vom Jahre 1925 ab zu 103% rückzahlbare Teilschuldverschreibungen mit Zinslauf April—Oktober aus. Die Teilschuldverschreibungen werden in der Zeit vom 15. März bis 10. April 1923 von den in der Württ. Bankenvereinigung zusammengeschlossenen Banken und einigen anderen württembergischen Instituten zur Zeichnung aufgelegt. Der Zeichnungspreis beträgt 99% und ermäßigt sich bei Zahlung bis zum 24. März auf 98,50%. Die Anleihe ist sichergestellt durch das Vermögen des Gemeindeverbandes und die Haftung der ihm angehörigen 89 Gemeinden der Oberamtsbezirke Oehringen, Weinsberg, Neckarsulm, Hall und Backnang, die neben ihrer Steuerkraft u. a. auch über einen Gesamtbesitz an Wäldern von rund 2800 ha verfügen.

Kies- und Sand-Waschmaschinen

Excelsior

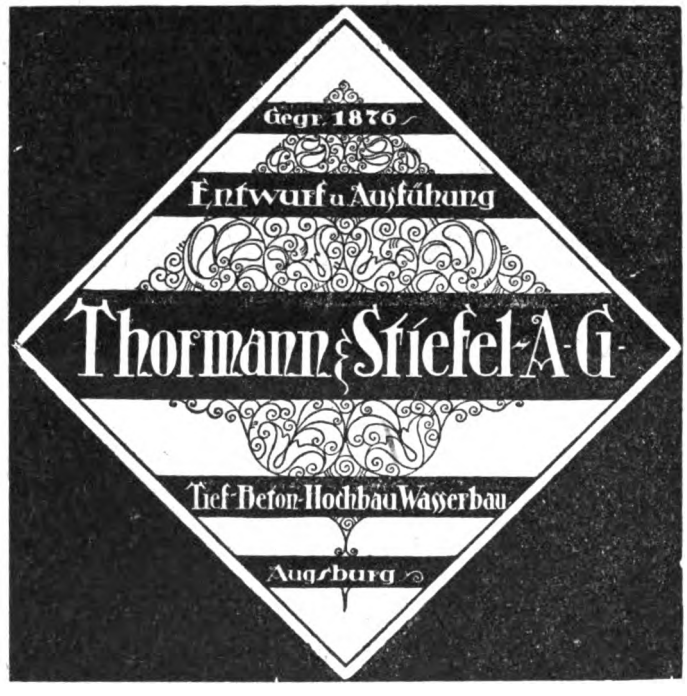
Maschinenbau-Ges. Stuttgart

Vom Vorrat lieferbar:

Mannstaedt- **Bohlenschuhe** für Holzspundwände
Treppenschutzschienen für Beton-, Kunststein- und Holzstufen
Mauereckleisten

Hans Menikheim, Nürnberg 2
Bauschrauben, Drahtstifte, Sandschaufeln
418

Bei allen Anfragen bitten wir höflichst Bezug nehmen zu wollen auf „Die Wasserkraft."



Wasser-Turbinen

liefert in erstklassiger Ausführung

Ingenieur Franz Denk

Fernruf 10693 **Nürnberg** Judengasse 19

329

Digitized by Google

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftnutzung. Klärbecken nach System Dafour für Wasserkraftanlagen. Von Reg.-Bmstr. Dr. K. Haller, Stuttgart. „Bauzig." 1923, Nr. 4, S. 39, 40 ff. (Beschreibung der Anlage und der Versuchsergebnisse.)

— Das Kraftwerk Vöhrenbach. Die erste Eisenbetonstaumauer in Deutschland. Von Dr. Ing. Mayer und Dr. Ing. Kaumüller, Karlsruhe. „D. Bauing." 1923, H. 4, S. 110—114; 10 Abb. (Kurze Beschreibung der Gesamtanlage, insbes. der Staumauer.)

— Die Einordnung des Walchenseewerkes in den zweckmäßigen Ausbau der Wasserkräfte des Isar- und Loisachgebietes. Von Reg.- u. Baurat Ziegler, Claustal. „Die Bautechnik" 1923, Nr. 4 und 5, S. 25—29 und 34—36; 10 Abb. (Allgemeines. Beschreibung der baulichen Anlagen und der künftigen Ergänzung des Walchenseewerkes.)

Wasserversorgung. Die Bewegungsgesetze und die Mengenbestimmung bei fließendem Grundwasser. Von H. Koschmieder, Berlin-Friedenau. „Ges. Ing." 1923, H. 9, S. 93—94. (Untersuchungen, welchen Einfluß eine Wasserentnahme auf einen fließenden Grundwasserstrom hat.)

— Einige Erfahrungen beim Bau und Betrieb von zentralen und Einzel-Wasserversorgungen. Von Dir. A. Reich, Königsberg i. Pr. „Ges. Ing." 1923, H. 9, S. 94—97. (Angaben über Wahl der Röhren, Pumpen und Motoren und deren Wirkungsweise.)

Wasserbau. Vom Grundwasserabsenkungsverfahren. Von Dr. Ing. Schultze, Berlin. „Bautechnik" 1923, Nr. 7, S. 49; 3 Abb. (Beschreibung von zwei verschiedenen Fällen: Einseitige Anlehnung an undurchlässiges Gelände und Absenkung unter Flüssen.)

Entwässerungen. Die Wirkung von Regenüberfallbauwerken städtischer Kanalisationen auf die Vorfluter. Von Dipl.-Ing. Kurz, Berlin. „Ges. Ing.", 1923, Heft 7 u. 8. (Zusammenfassende Behandlung dieser Frage und Würdigung einschlägiger Messungsergebnisse.)

Kraftwasserstraßen. Die Schiffbarmachung des St. Lorenzstromes für Meerschiffe vom Ontariosee bis Montreal unter Ausnutzung der Wasserkräfte. Von Prof. K. E. Hilgard, Zürich.

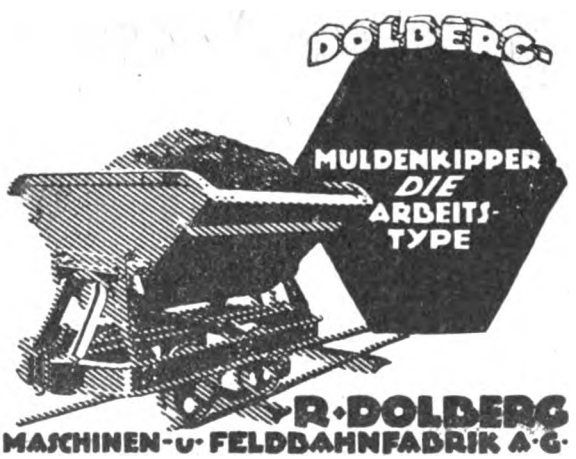
240

Dr. ing. h. c. Viktor Graf

Ingenieurbüro für Wasserkraftanlagen

Fernsprecher 62026 **MÜNCHEN** **Stadtlohnerstrasse 8**

in Arbeitsgemeinschaft mit Dr. Ing. Adolf Ludin, Ingenieurbüro für Wasserkraft, Wasserwirtschaft und Elektrizitätsversorgung G. m. b. H., Karlsruhe i. B., Hardtstrasse 86.



Hamburg, Berlin, Düsseldorf
Frankfurt a. M., München.

Auskunfts- und Untersuchungsstelle

für gewerbliche
Abwässerangelegenheiten.

Ausarbeitung der Entwürfe für Kläranlagen, Gutachten.

Dr. Georg Adam

Malteserstrasse 9 **Breslau 2** **Malteserstrasse 9.**

Digitized by Google

„Schweiz. Wasserwirtschaft", 1922, Nr. 1, S. 8—12, 1 Übersichtsplan. (Beschreibung des generellen Projektes auf Grundlage von Berichten und Voruntersuchungen der von den Regierungen der Vereinigten Staaten von Nordamerika und Kanada eingesetzten Studienkommission.)

Buchbesprechungen

Hilfsbuch für Elektropraktiker. Begründet von H. Wietz und C. Erfurth. Neu bearbeitet von H. Krieger und B. Koenigsmann. (I. Band: Schwachstrom; II. Band: Starkstrom. Verlag von Hachmeister und Thal, Leipzig, 1923.)

Das vorliegende Werk wendet sich, wie schon der Titel besagt, ausschließlich an den Praktiker; dementsprechend sind die einleitenden Abschnitte über die Grundgesetze der Elektrotechnik kurz und einfach gehalten; um so mehr Raum konnte daher der eingehenden Beschreibung der Apparate, den Anleitungen für Montage und Betrieb sowie den Vorschriften gewidmet werden. Im I. Bande werden die galvan. Elemente, der Bau von Telegraphen- und Telephonleitungen, die Apparate für Telegraphie, Telephonie und sonstige Schwachstromanlagen, wie elektrische Uhren, Blitzableiter usw. behandelt. Der II. Band bringt das ganze Gebiet der Starkstromtechnik, unterrichtet über Maschinen, Apparate und Anlagen, wobei, was besonders erwähnt sei, auch vollständige Projektierungsbeispiele gebracht werden. Ein Anhang, enthaltend die Verbandsvorschriften für Errichtung und Betrieb beschließt das Taschenbuch, in dem eine außerordentlich große Anzahl von praktischen Hinweisen und Anleitungen, insbesondere für die Montage, zu finden ist. P.

Raskop F., **Katechismus für die Ankerwickelei.** Leitfaden für die Herstellung der Ankerwicklungen an Gleich- und Drehstrommotoren. 141 Seiten mit 68 Textfiguren. 2. Aufl. 6.—8. Tausend. Grundzahl 6. Verlag von Hermann Meußer in Berlin W. 57.

Das vorliegende kleine Werk enthält nach dem Titel eine Sammlung praktischer Winke für den Ankerwicklerberuf. Es wendet sich daher insbesondere an die in der Praxis stehenden Ankerwickler, um als Berater und Wegweiser seinen Zweck zu erfüllen.

Der „Katechismus" ist als Ergänzung des anderen Buches von Raskop:

„Die Reparaturen an elektrischen Maschinen", insbesondere die Herstellung der Ankerwicklungen an Gleich- und Drehstrommotoren, Kollektorbau, Fehlerbestimmung und Prüfung elektrischer Maschinen, Revision elektrischer Kraftanlagen. 10.—15. Tausend. Grundzahl 6.85,

anzusehen und behandelt Arbeitsmethoden und Arbeitsvorgänge bei Neubau und Reparatur elektrischer Maschinen. Besonders anzuerkennen ist hier die logische und übersichtliche Stoffanordnung und die klare, sinnfällige Fassung theoretischer Erwägungen. So sind z. B. die Berechnungen des Wickel- und Kollektorschnittes, des Drahtquerschnittes für Anker- und Feldwicklungen in einer Fassung erläutert, daß die Beispiele ohne mathematische Vorkenntnisse nachgerechnet werden können. Entsprechend sind die Vorgänge beim Bau und Prüfung elektrischer Maschinen behandelt. Beispiele für die Ausnutzung des Wickelraumes bei Gleichstromanker und Drehstromgehäuse, sowie Behandlung praktischer Hilfsmittel und Geräte für die Ankerwickelei und tabellarische Vorlagen vervollständigen diese Quintessenz für den Ankerwickler.

Wir kennen kein Buch, das sachlicher und praktischer geschrieben wäre für die Hand des Ankerwicklers, als dieses Raskop'sche Buch, das mit Recht den Namen „Katechismus", nämlich „das unentbehrliche Buch", führt.

Digitized by Google

Technischer Index. Jahrbuch der technischen Zeitschriften-, Buch- und Broschüren-Literatur Band VI/VII. Herausgegeben von Heinr. Rieser. Verlag C. Stephenson, Wien IV., Troppelgasse 3.

Der vorliegende Band ist eine Fortsetzung der letztmals 1918 erschienenen Ausgabe und gibt Auskunft über Veröffentlichungen in technischen Zeitschriften und über den technischen Büchermarkt nach Fachgebieten aus den Jahren 1918, 1919 und 1920. Auf technischem Gebiet sind fast keine Hilfs- und Nachschlagewerke vorhanden und jeder Fachmann hat schon erfahren, wie zeitraubend das Auffinden einer Abhandlung aus irgend einem Spezialgebiet ist. Diesem Mangel will der „Technische Index" abhelfen durch Zusammenstellen von Veröffentlichungen aus dem gesamten Gebiet der Technik. Es sind aus etwa 200 verschiedenen Fachzeitschriften die wichtigsten Aufsätze mit ihren Titeln aufgeführt und außerdem die Neuerscheinungen auf dem Büchermarkt angegeben. Ein besonderer Zeitschriftenführer gibt Aufschluß über die internationale Fachliteratur. Das umfangreiche mit großer Mühe zusammengestellte Nachschlagewerk wird sich sicher weitere Freunde werben, vielleicht läßt sich bei einer weiteren Ausgabe, die jährlich erscheinen sollte, der Stoff und die gesamte Aufmachung noch übersichtlicher gestalten. Kr.

Kölsch-Fölzer-Werke
Aktiengesellschaft **Siegen i. Westf.**

Genietete Druckrohre jeder Grösse und Stärke für Wasserkraftanlagen

Dükerrohre, Schiensentore. Lieferung, Montage

223

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 9 **München, 1. Mai 1923** **18. Jahrgang**

Soeben erschienen:

Großwasserkraftanlagen Mittlere Isar

von Ministerialrat F. Krieger, München.

Auf den neuesten Stand ergänzte Beschreibung der im Bau befindlichen Großwasserkraftanlagen der Mittleren Isar. Allgemeines — Die Bauanlagen — Die maschinellen und elektrischen Einrichtungen — Nebenanlagen — Bauprogramm.

28 Textseiten, 3 Plantafeln, 34 Abbildungen.

Zu beziehen vom *Preis: Grundzahl 0,40 × Schlüsselzahl, derzeit 2500.*

Richard Pflaum Verlag A.G., München, Herrnstrasse 10

oder durch den Buchhandel.

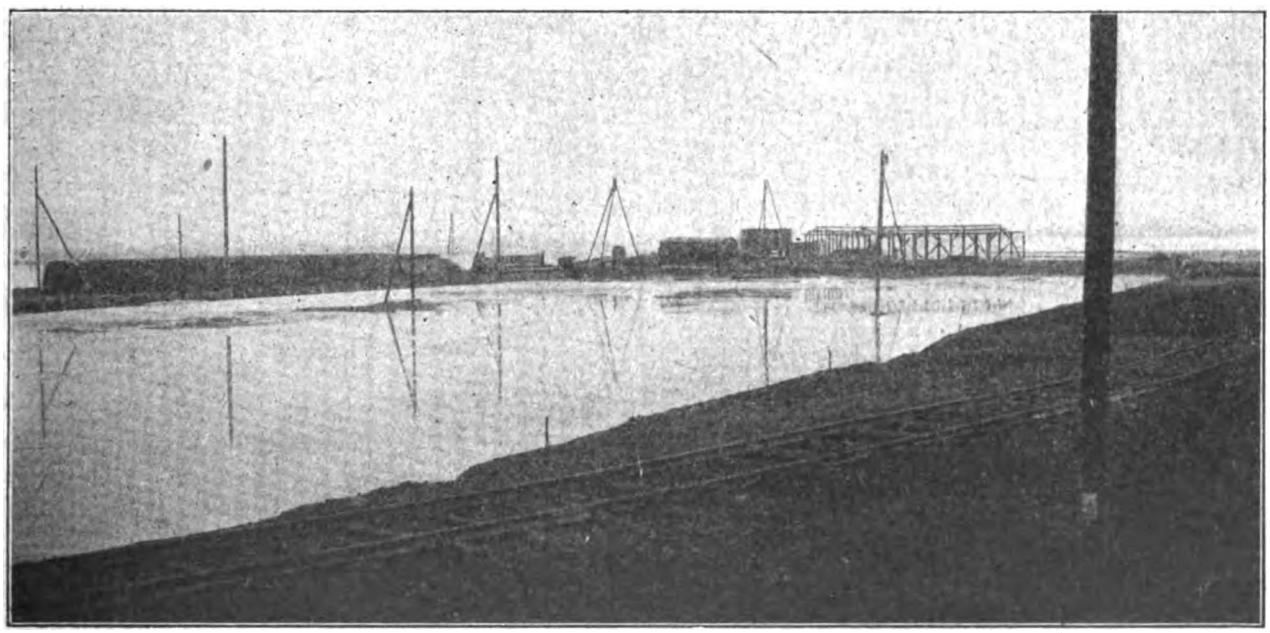
Erweiterungsbauten der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. Eisenwerk Gröditz bei Riesa*)

Die Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G. führte in ihrem Eisenwerk Gröditz bei Riesa einige Neubauten aus, bei denen wegen des hoch anstehenden Grundwassers Absenkungen desselben teilweise bis auf 7,10 m unter Gelände erforderlich wurden. Diese Arbeiten, zu denen auch die notwendigen Baugrubenabsteifungen gehörten, wurden der Siemens-Bauunion übertragen. Sie wurden nach dem erprobten Verfahren ausgeführt, den Grundwasserspiegel mittels Reihengruppen von Rohrbrunnen durch gemeinsame Pumpensätze abzusenken.

Die Arbeiten gelangten zur Durchführung, ohne daß hierdurch der Betrieb in den benachbarten Anlagen irgendwie in Mitleidenschaft gezogen wurde. So konnte in der Schmiedehalle, in welcher Dampfhämmer und Pressen in größerer Zahl in Betrieb waren, ohne Behinderung weitergearbeitet werden, während die Grundmauern für ein Bandagenwalzwerk und für eine 1000 t-Presse ausgeführt wurden.

Die Baugruben wurden mit eingerammten Trägern und dazwischen eingelegten Bohlen eingesteift, ein Verfahren, das bei den Untergrundbahnbauarbeiten der Firma ausgebildet wurde und sich gut bewährt hat.

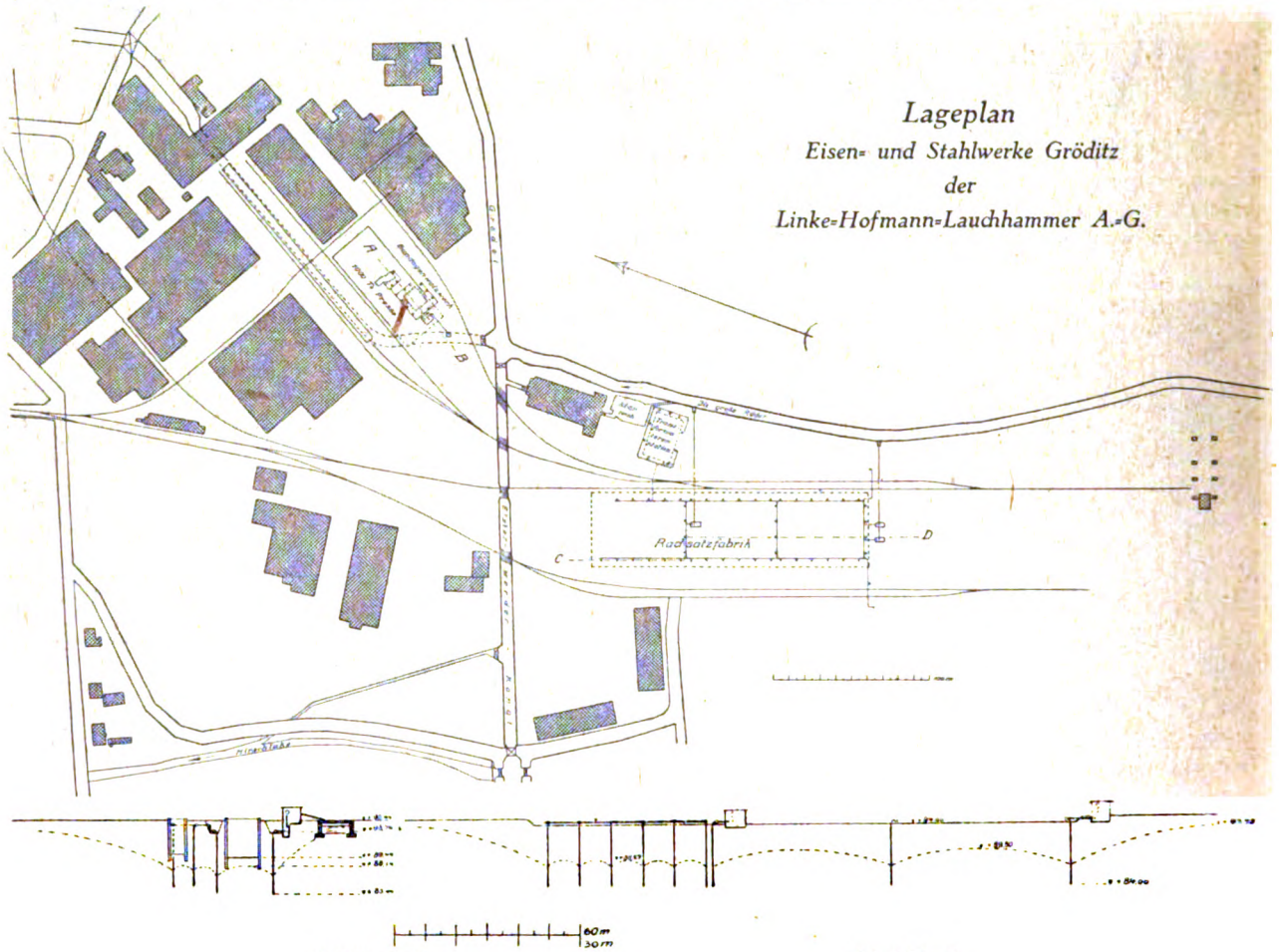
Mit nur wenigen Rohrbrunnen gelang es, die vorgesehene Baugrubentiefe trocken zu erreichen. In kurzer Zeit wurden die Betonarbeiten unter gleichzeitigem Einbau einer Dichtungsschicht nach dem Verfahren der Firma

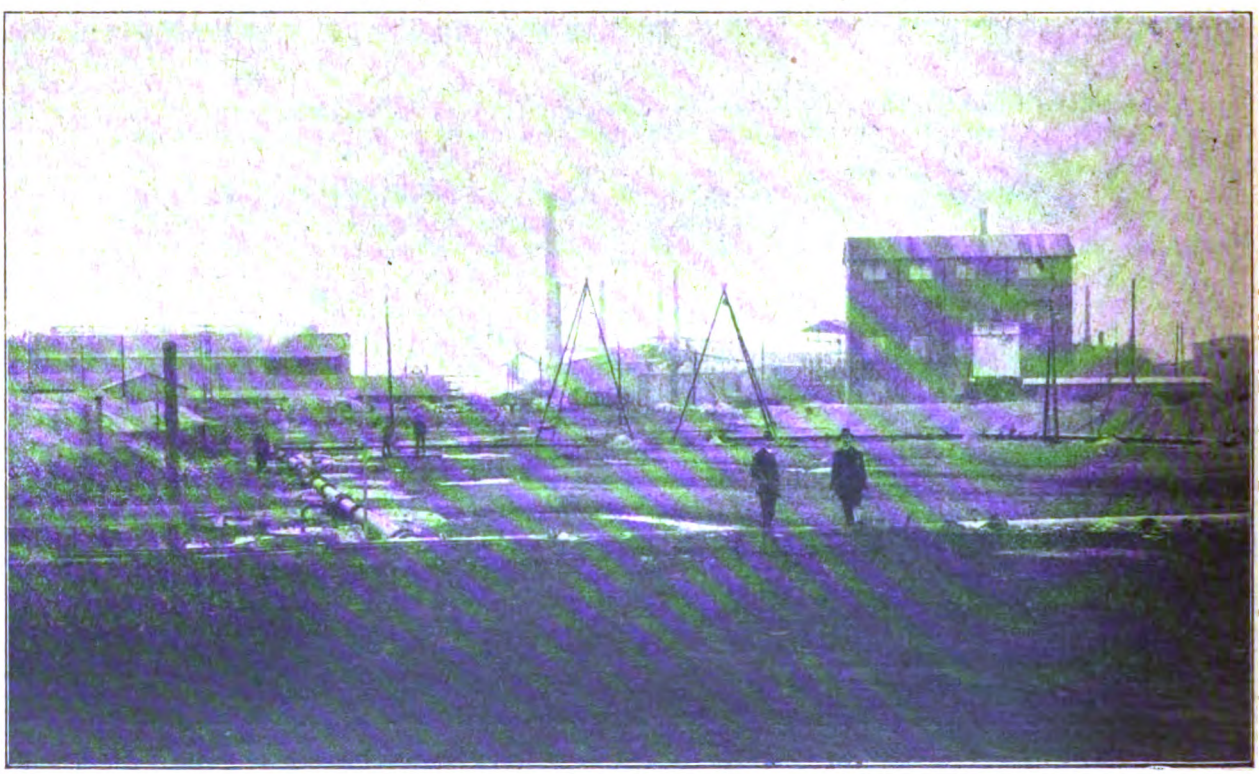


Baugelände für die Radsatzfabrik vor Einbau der Grundwasserabsenkungsanlage. Im Hintergrunde Bohrgeräte.

*) Die Abbildungen verdanken wir der Siemens-Bauunion G.m.b.H. Kommanditgesellschaft, Berlin.

Digitized by Google

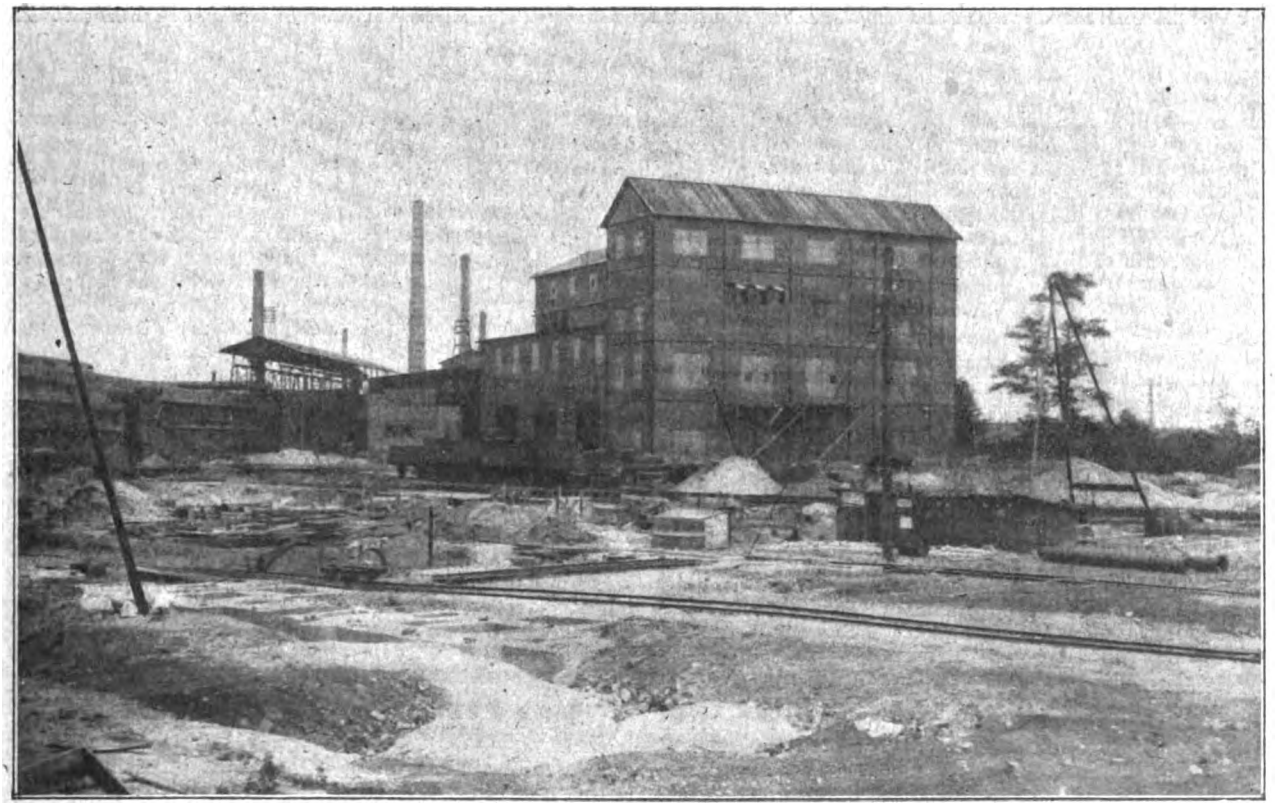




Bauabschnitt I, Radsatzfabrik, 24 Stunden nach Inbetriebnahme der Wasserhaltung.

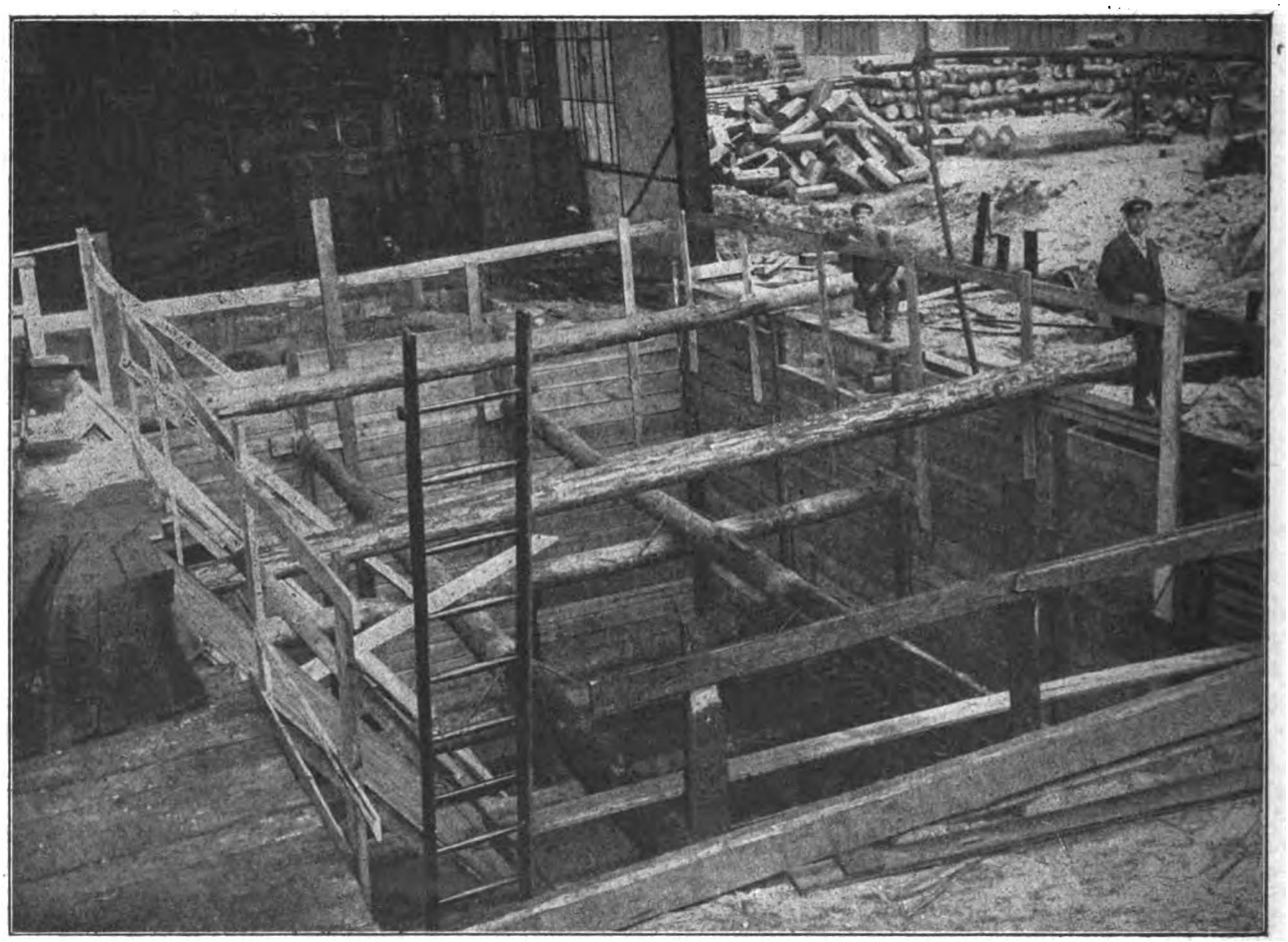
Digitized by Google

Wasserhaltungsanlage für Bauabschnitt I, Radsatzfabrik. Im Hintergrunde Pumpenstube und Abflußleitung.



Pumpenstube für Bauabschnitt II und III, Radsatzfabrik. Im Vordergrunde fertige betonierte Maschinenfundamente.

Digitized by Google



Baugrube für das Bandagenwalzwerk in der Schmiedehalle.

Biehn & Co. durchgeführt, ohne daß sich irgendwelche Schäden an den benachbarten Bauwerksteilen zeigten.

Die Absenkungsanlage für die Baugrube der Radsatzfabrik erfolgte in drei Bauabschnitten. Bei einem Hochwasser der in unmittelbarer Nähe der Baustelle liegenden Röder von 0,80 m über Gelände wurde mit den Bohrarbeiten begonnen. Trotz einer 1,2 m starken eingelagerten Tonschicht wurde in dem sonst kieshaltigen Boden in allen drei Bauabschnitten eine Absenkung von 4,20 m über eine Fläche von 2400 qm erreicht. An Motoren und Pumpen wurden drei Sätze den Bedürfnissen entsprechend mehrmalig aufgestellt. Im Anschluß an den dritten Bauabschnitt der Radsatzfabrik ist dann noch eine Wasserhaltungsanlage für die unmittelbar an der großen Röder liegende neue Baustelle der Transformatorenstation hergestellt worden.

Bei den eingangs erwähnten Baugruben in der Schmiedehalle wurde das Grundwasser mit einer Staffel bis 7,10 m unter Flurhöhe abgesenkt. Von besonderem Belange ist, daß die Baugrube für das Bandagenwalzwerk in unmittelbarer Berührung mit den Grundpfeilern der Schmiedehalle stand, deren Sohle 3 m unter Flur liegt. Weder die Ausschachtungsarbeiten noch die Grundwasserabsenkung haben Bewegungen oder Schäden an dem bestehenden Bauwerk hervorgerufen.

Sämtliche Ausführungen verliefen planmäßig und gewährleisteten in kürzester Zeit einen einwandfreien Aufbau der Grundmauern.

Wasserwirtschaft und Wassergesetzgebung in Thüringen

Von Baurat Prof. R. Toepel, Leipzig.

Der Zweigverband Thüringen vom Verbande deutscher Müller hielt am 23. v. M. eine Vollversammlung ab, zu der einige zwanzig Thüringer Wasserwirtschaftsverbände und sonstige Gäste geladen waren, und in welcher Herr Baurat Prof. Toepel in Leipzig, eine im Wasserwirtschaftsfache bekannte Autorität, den einleitenden Vortrag über Wasserwirtschaft und Wassergesetzgebung in Thüringen übernommen hatte.

Der Redner führte folgendes aus:

Die Einführung einer einheitlich geregelten Wasserwirtschaft und Wassergesetzgebung ist schon im Hinblick auf die Wasserstraßen und die damit zusammenhängenden Talsperrenpläne für das ganze Deutsche Reich immer dringlicher geworden und bedarf auch in dieser Hinsicht des Zusammenschlusses aller deutschen Länder. Nur die Wasserstraßen — die schiffbaren Flüsse und Kanäle — sind, wie die Eisenbahnen, seit drei Jahren dem Reiche unterstellt, sie werden aber wesentlich von den Nebenflüssen beeinflußt. Diese unterstehen der Bewirtschaftung und Gesetzgebung der einzelnen Staaten, durch welche sie fließen, was zu Verwicklungen und Unzuträglichkeiten führt.

Deshalb sind frühere Bestrebungen wieder in Fluß gekommen, die den einzelnen Ländern vorbehaltene Wasserwirtschaft und Wassergesetzgebung in einem deutschen Reichsgesetze zusammenzufassen.

Digitized by Google

Doch wird noch geraume Zeit vergehen, bis diese Bestrebungen ihr Ziel erreicht haben.

Die nunmehr politisch geeinten Thüringer Staaten wollen deshalb wenigstens unter sich diesen wasserwirtschaftlichen und wasserrechtlichen Zusammenschluß möglichst bald verwirklichen.

Dazu ist es aber dringend notwendig, daß alle beteiligten Kreise ihre Kräfte aufopfernd und unter Hintansetzung von persönlichen Interessen sich in den Dienst der großen Aufgaben stellen.

Die vielen vorhandenen Verbände, die sich bereits dieser Aufgabe widmen, bedeuten an sich eine Zersplitterung der Kräfte; sie müssen sich auf breiter Grundlage unter Einschluß der Städte, Gemeinden und Einzelanlieger aufbauen und eine gemeinsame, kraftvolle Vertretung und Wahrnehmung ihrer wirtschaftlichen Interessen, eine führende, einheitliche „Spitzenorganisation" schaffen, die sich dem Studium und der Förderung der gesamten Thüringer Wasserwirtschaft im weitesten Sinne des Wortes widmet und dadurch in ähnlicher Weise das Ansehen, die Beachtung aller Volkskreise findet und segensreich für das Allgemeinwohl wirkt, wie die Interessenvertretungen der Landwirtschaft, der Industrie, des Gewerbes und Handels, und in einer öffentlich-rechtlichen Korporation als Wirtschaftskammer dort wie hier schließlich ihren Gipfelpunkt findet, mit Sitz und Stimme im Wirtschaftsministerium. Mehr wie je muß aber hier bei den vielen sich oft widersprechenden Interessen auf den alten Erfahrungssatz hingewiesen werden, daß nur Einheit stark macht, daß man zwar getrennt marschieren, aber vereint schlagen muß, und daß nur höchste Objektivität und Sachlichkeit in der Öffentlichkeit allseitig volles Vertrauen erweckt und weiter findet.

Dabei ist es durchaus nicht nötig, daß die einzelnen Verbände ihre selbständige Stellung aufgeben, sie beherrschen ein örtlich begrenztes Gebiet mit eigenen Interessen, und dienen sozusagen als Zubringer des Hauptverbandes, sie die Glieder, der Hauptverband der Kopf, sich gegenseitig belebend und befruchtend, arbeitend für das erstrebenswerte Ziel.

Hat doch jedes Flußgebiet ein besonderes, ihm eigentümliches Gepräge, ein eigenes Wasserregime in bezug auf Wassermenge, Gefälle, Hochwasser, Eisgang, nicht zuletzt auch in bezug auf Geschiebeführung, Reinheit des Wassers und auf die vorliegenden Talsperrenpläne im unteren und oberen Quellengebiete, die besondere Berücksichtigung der Verbände und das Eintreten des Hauptverbandes hierfür erheischen.

Diese Organisationsfragen müssen nach meiner Ansicht in den Vordergrund Ihrer Besprechung gestellt werden, und zwar zunächst die Wahl eines umsichtigen und zielbewußten kollegialen Vorstandes, ferner eines ebensolchen sach- und fachkundigen Arbeitsausschusses, die sich zunächst der Ausarbeitung der Statuten zu widmen hätten. Dieser Arbeitsausschuß übermittelt die zu bearbeitenden Aufgaben durch Rundschreiben den einzelnen Verbänden, wobei in erster Linie die Bearbeitung des neuen Wassergesetzes in den Unterausschüssen zu erfolgen hätte. Hierbei möchten technische und juristische Sachverständige zur Mitwirkung herangezogen werden. Das gesamte so gewonnene Material gelangt sodann zur Sichtung und endgültigen Feststellung an den Hauptverband.

Ich gebe mich der Hoffnung hin, daß in nicht zu langer Zeit alle diese Verbände im Deutschen Reiche sich zu einem „Allgemeinen Deutschen Wasserwirtschaftsverband" kraftvoll vereinigen werden, dem auch die Bearbeitung eines Allgemeinen Deutschen Wassergesetzes zufallen müßte, in ständiger Fühlungnahme mit den betreffenden Behörden.

Es ist da sehr viel aufopferungsvolle, verantwortliche, aber auch dankbare Arbeit notwendig. Und diese Arbeit zu leisten, erfordert Zeit.

Es entsteht die Frage, ob diese Zeit zunächst für die Bearbeitung des Thüringer Wassergesetzentwurfes bis zum Zusammentritt des Landtags, dem der Entwurf vorgelegt werden soll, vorhanden ist, worauf ich im Nachfolgenden genauer eingehen werde.

Ein Entwurf zum Thüringer Wassergesetz liegt bereits vor. Er ist von Herrn Oberlandesgerichtsrat Dr. Lummer, Jena, im Sonderauftrag des ehemaligen Staatsrates von Thüringen ausgearbeitet worden und liegt jetzt dem Thüringenschen Wirtschaftsministerium und durch dieses den Wasserwirtschaftsverbänden und Gemeinden zur Stellungnahme vor. Weder das Thüringische Wirtschaftsministerium noch das Staatsministerium haben hierzu Stellung genommen, welchen aber, wie mir scheint, der Entwurf noch nicht weitgehend genug erscheint. Der Wasserrechtsausschuß wird das eingehende Material weiter nachzuprüfen und zu bearbeiten haben. Der Lummersche Entwurf lehnt sich zwar im allgemeinen an das preußische Wassergesetz vom 7. April 1913 an, was an sich zu begrüßen ist, da die veralteten, untereinander abweichenden Thüringer Wassergesetze nicht in Frage kommen können, er bedarf aber einer gewissen Überarbeitung, ehe er Gesetzeskraft erlangen kann. Der Entwurf ist nach meiner Ansicht zu allgemein gehalten, was zur Folge haben kann, daß ihm jede Partei eine ihr passende Auslegung beilegt und zu Streitigkeiten führt. Ich vermisse darin die eingehende, eindeutig bestimmte und präzise Ausdrucksform des preußischen Wassergesetzes. Privatrechte sind kaum erwähnt, auch nicht die besonderen rechtlichen Beziehungen der verschiedenen Wasserbenutzer untereinander; die Ausübung dieser Rechte in ihrer Beschränkung, wie sie die öffentliche Rechtsordnung des neuen Wassergesetzes erfordert, ist nur gestreift, dagegen der Allgemeingebrauch und die öffentlichen Interessen am Wasser, denen gegenüber alle bestehenden, wohlerworbenen Rechte zurücktreten müssen, ganz besonders stark unterstrichen. Eingriffe in das unumschränkte Eigentumsrecht der Anlieger sind selbstverständlich schon durch das gleiche Recht des anderen Anliegers und durch das öffentliche Interesse geboten, aber die zahlreichen und einschneidenden Eingriffe verwischen den Eigentumsbegriff. Staatlicherseits können verliehene Rechte jederzeit gegen Entschädigung wieder zurückgezogen werden. Wer seine Wasserkraft nicht vollständig ausnutzt, sowohl der Menge als auch der täglichen Betriebszeit nach, kann dazu gezwungen oder seine Wasserkraft enteignet werden.

Nun, meine Herren, denken Sie sich einen Wasserbetriebsbesitzer, der doch in seinem ureigensten Interesse bestrebt ist, seine Wasserkraft voll und ganz auszunutzen, er sieht sich aber der Vergrößerung seines Betriebes unüberwindlichen Schwierigkeiten gegenüber, seien diese lokaler oder finanzieller Natur, sei es, daß er für seinen vergrößerten Betrieb keine geeigneten Hilfskräfte, Rohstoffe oder Unterkunftsgelegenheit, für seine vermehrte Produktion keine entsprechende Absatzmöglichkeit, für die erzeugte elektrische Energie keine Fortleitung findet, da die Überlandnetze noch dünn gesät sind usw. — Was soll dieser Wassertriebwerksbesitzer tun, um einem staatlichen Eingriff zu entgehen? Solche und ähnliche Härten müssen in der Auslegung des Entwurfes unbedingt vermieden werden.

Das preußische Wassergesetz ist mit den etwa fünf bis zehn Jahren älteren Gesetzen von Baden, Württemberg, Bayern und Sachsen in den Grundgedanken verwandt, wenn auch im einzelnen in der Gesetztechnik und der Kodifikation verschieden, es berücksichtigt bereits weitgehend die öffentlichen und gemeinwirtschaftlichen Interessen, die im Lummerschen Entwurf noch betont sind, ordnet vor allem auch eingehend und notzeitlich das Verleihungsverfahren, die Wassergenossenschafts-, die Talsperren- und Abwässerfrage, ordnet die bestehenden, über den Gemeingebrauch hinausgehenden Rechte und legt sie in den Wasserbüchern fest, es regelt in bester Weise die Behördenorganisation und könnte allerdings hier für die Thüringer Verhältnisse eine Vereinfachung erfahren, z. B. in der Zusammenlegung des gewerbepolizeilichen Genehmigungs- und des wassergesetzlichen Verleihungsverfahrens. Das preußische Wassergesetz hat in einer neunjährigen Praxis sich durchaus bewährt, die Auslegung und Rechtsprechung, insbesondere auch des Landeswasseramtes, ist als vorbildlich zu erachten und die aufgestellten, allgemein an-

Digitized by Google

erkannten Grundsätze und Richtlinien in rechtlicher und wirtschaftlicher Beziehung haben zur schnellen und gründlichen Einführung des W.-G. beigetragen und werden dies noch weiter tun. Da die beiden Länder Preußen und Thüringen sich nicht nur in geographischer Hinsicht, sondern auch in ihren wirtschaftlichen Beziehungen weitgehend berühren, an gleichen Flußläufen liegen, könnte man dieses Gesetz zwecks Herstellung einer engen Gemeinwirtschaft meiner Ansicht nach en bloc annehmen, unter Anpassung an die thüringischen Quellgebiete des Mains, der Saale, der Werra, an das Thüringer Waldgebiet, bei welchem leistungsfähige Wasserstraßen nicht vorhanden sind.

Damit könnte außerordentlich viel an Zeit und Mühe gespart werden.

Wie lange hat es in Preußen gedauert, ehe dessen Wassergesetz zustande kam. Schon mindestens 50 Jahre vorher war der Wunsch rege nach einer einheitlichen Zusammenfassung des gesamten Wasserrechtes, welches in ca. 100 Einzel- und Provinzial-Wasserrechten zersplittert war, aber erst 30 Jahre später — 1893 — wurde ein erster Entwurf hierzu von der Regierung veröffentlicht, nachdem die Hoffnung auf eine reichsgesetzliche Regelung nach dem Kriege 1870/71 sich nicht erfüllte. Dieser Entwurf wurde aber von der Kritik ungünstig aufgenommen und deshalb zurückgezogen. Erst 14 Jahre später kam der zweite Entwurf unter Verwertung des inzwischen eingegangenen reichhaltigen Materials heraus. Die Begutachtung durch die Vertreter aller interessierten Kreise und durch die Behörden veranlaßte eine Umarbeitung zu einem dritten Entwurf im Jahre 1909, über den ich damals auf besondere Einladung der Müllerversammlung in Görlitz und auch im Verein Deutscher Ingenieure berichtete. Das Ergebnis der weiteren kommissarischen Bearbeitung war ein vierter Entwurf im Jahre 1912, der dann mit den beschlossenen Änderungen im Jahre 1913 angenommen wurde.

M. H.! So lange kann man allerdings in der jetzigen Zeit und Not nicht warten, sie erfordert schnelle Arbeit. Es kann nun nicht meine Aufgabe sein, die einzelnen Paragraphen des Lummerschen Entwurfes Ihnen hier weiter auszuführen; es würde dies den Umfang meines Vortrags weit überschreiten und es muß dies einer eingehenden Bearbeitung seitens der Unterausschüsse vorbehalten bleiben, wie ich bereits oben ausführte.

Lassen Sie mich nunmehr, m. H., einzelne technisch-wirtschaftliche und rechtliche Grundgedanken herausholen, die insbesondere auch den Wassertriebwerksbesitzer interessieren.

Nach dem Lummerschen Entwurfe werden die starken Eingriffe in das Privatrecht im Verleihungsverfahren überboten, indem nicht nur das öffentliche Wohl, sondern auch die wirtschaftliche Bedeutung ausschlaggebend sein soll, ohne Rücksicht auf privatrechtliche Interessen, die mit dem Eigentume abgelöst und entschädigt werden. Staurechte können wegen überwiegender Vorteile für die Landeskultur oder die Schiffahrt entzogen oder beschränkt, Verleihungen zurückgenommen werden. Durch Reglementierung, Bevormundung und Erweiterung der Befugnisse des Staates und durch weitgehende Zwangsrechte ohne Gehör der Wasserwirtschaftsverbände kann sehr stark in bestehende, wohlerworbene, oft Jahrhundert alte Privatrechte eingegriffen werden, z. B. auch, um ein größeres vorliegendes, staatliches Projekt bei seiner etwaigen Verwirklichung nicht zu verteuern, wobei beabsichtigte Um-, Erweiterungs- oder Neubauten privater Wasserkräfte hintangehalten oder bestehende ältere Anlagen ohne weiteres beseitigt werden. Es ist eine Sünde an der Volkswirtschaft, den Ausbau anderer Wasserkräfte zu hindern, wenn der Staat in absehbarer Zeit nicht baut oder bauen kann. Bei Projekten längerer Hanggräben oder Tunnel als Werkgraben größerer, Elektrizität erzeugenden Wasserbetriebe werden dazwischen liegende oft Dutzende kleinerer Wasserbetriebswerke aufgesaugt — alles im Interesse des sogenannten Allgemeinwohls und restloser Ausnutzung der Wasserkraft.

Ich will nur nebenbei noch bemerken, daß leider in der Presse und auch sonst viel mit diesen Schlagworten: Elektrisierung, Zentralisierung, Sozialisierung gearbeitet wird, die, wie jedes Schlagwort, ihre Gefahren in sich bergen, Privatrechte schädigen, ohne viel zu nützen und schließlich in der Gesetzgebung zum Ausdruck gelangen und zur Monopolisierung mit der ihr eigenen Selbstherrlichkeit führen.

Die Erfahrungen seit 1918 haben im allgemeinen gezeigt, daß man mit den Sozialisierungsbestrebungen nicht den gehofften Erfolg gehabt hat, ich erinnere nur an das damalige Schlagwort „Sozialisierung der Bergwerksbetriebe", von denen man jetzt immer weniger hört; jetzt heißt das Schlagwort: „Sozialisierung der Wasserkräfte", deren stärkster Ausdruck in Sowjetrußland vollständig Schiffbruch gelitten hat.

Die großen Massenorganisationen haben im allgemeinen lähmend auf das Gedeihen der sog. kapitalistischen Unternehmungen gewirkt; der Aufschwung ist immer erst gekommen durch die Um- und Einsicht, die Tatkraft, großzügige Entschlußkraft führender Geister, wobei ich durchaus nicht in Abrede stellen will, daß der beste General ohne gutdisziplinierte Truppen auch nichts ausrichtet. Auch die Betriebe, die vom Staate geleitet werden, sind, wie allbekannt, im allgemeinen zu schwerfällig und zu teuer, deshalb ist man auch in Erkenntnis dessen, z. B. in Bayern, zu einem gemischten System, in Verbindung mit Aktiengesellschaften auf kaufmännisch-technischer Grundlage übergegangen. Im gleichen Sinne plant auch der preußische Handelsminister die Umwandlung der Staatsbergwerke in eine „Stiftung öffentlichen Rechts".

Nach meiner Ansicht sollte man nur dort solche tiefe Eingriffe in bestehende Privatrechte vornehmen, wenn man tatsächlich zugunsten des Allgemeinwohls mit kleinsten Mitteln den größten Nutzen in wirtschaftlicher Beziehung erzielt.

Was ist aber unter „Allgemeinwohl" zu verstehen? Es ist jedenfalls ein sehr dehnbarer Begriff; nähere Normen dafür werden sich wohl kaum aufstellen lassen. Eine Antwort in verneinendem Sinne läßt sich insofern nur geben, als nämlich im allgemeinen eine Gefährdung des Allgemeinwohls immer dann anzunehmen sein würde, wenn so weite Kreise der Bevölkerung, z. B. durch eine Ableitung oder Verunreinigung von Wasser in Mitleidenschaft gezogen werden, daß von einem allgemeinen öffentlichen Notstand gesprochen werden kann.

Nicht die vom grünen Tisch herunter diktierte und reglementierte Beschlußfassung, sondern die von der gesamten Volksgemeinschaft getragene und die durch den Wasserwirtschaftsverband zum Ausdruck gebrachte öffentliche Meinung wird für den Begriff „Allgemeinwohl" maßgebend sein. Der Gegensatz zum Allgemeinwohl ist das Interesse Einzelner. Ein solches liegt beispielsweise dann vor, wenn eine Gemeinde durch Stillegung eines Fabrikbetriebes einen Steuerausfall erleidet; werden dabei aber zahlreiche Arbeiterfamilien in ihrer Existenz bedroht, dann liegt eine Gefährdung des Gemeinwohls vor.

Die Ablösung der Wasserrechte soll weiter gegen Entschädigung geschehen. Hier muß volle Entschädigung gewährt werden — eine sehr schwierige Sache bei der fortgesetzten Entwertung der Papiermark, auf die wir angewiesen sind und den Ruin des Berechtigten zur Folge haben kann. Was will überhaupt eine Geldvergütung gegenüber dem Ausfall einer unerschöpflichen Wasserarbeit besagen? Sachwerte wären vorzuziehen. Der Ersatz einer Wasserkraft durch Zuführung von elektrischer Energie kann auch nicht immer als vollwertig, jedenfalls nicht als so sicher, wie der Ewigkeitswert der eigenen s e l b s t ä n d i g e n Wasserkraft angesehen werden. Durch unregelmäßige Stromlieferung infolge Überlastung des Elektrizitätswerkes, Streiks, Maschinenbruch, Reparaturen, atmosphäre Einflüsse, Sabotage usw. können schwere Schädigungen eintreten; überhaupt ist der ganze vielgliedrige Betrieb leicht den Störungen des Überlandnetzes oder des Kraftwerkes ausgesetzt. Natürlich werden bei dem Strombezug die staatlichen und städtischen und sonstige größere Privatbetriebe zuerst Berücksichtigung finden, ehe bei ein-

Digitized by Google

tretendem Mangel der kleine Müller seinen Kraftbedarf zugewiesen erhält. Dem Grundeigentümer muß das Vorrecht bei der Verleihung gewahrt bleiben, jede Härte vermieden, wie denn überhaupt nur freiwilliger Zusammenschluß auf wirtschaftlichem Gebiete erfolgreich ist.

Entscheidend für die Verleihung soll außer der Bedeutung des Unternehmens für das öffentliche Wohl der größere wirtschaftliche Vorteil sein, ein Grundsatz, dem man wohl im allgemeinen zustimmen darf, wenn die Ersatzleistung vollwertig und zuverlässig ist.

Von den eigenen Rohstoffen durch den Friedensvertrag entblößt, von Auslandsstoffen ausgehungert, ohne Mittel zu ihrer Bezahlung, ist Deutschland zu einer auf das äußerste gesteigerten intensiven Bewirtschaftung seiner Hilfsmittel und natürlichen Hilfsquellen gezwungen; Landwirtschaft, Industrie und Technik müssen hierbei Hand in Hand arbeiten.

Das Blut derselben ist aber die Energie, deren Beschaffung infolge der Kohlen- und Transportnot immer unsicherer, schwieriger und teurer geworden ist, ohne jede Aussicht auf Besserung in absehbarer Zeit. Unabhängig davon, ewig und bleibend ist die „weiße Kohle", die Wasserkraft, sie schafft nach Ministerialrat Krieger Lebensmöglichkeiten, sichert Lebensnotwendigkeiten, fördert das Allgemeinwohl, erleichtert die Gütererzeugung, ermöglicht nutzbares Wirtschaften.

Die Wasserwirtschaft bildet deshalb einen der festesten Grund- und Eckpfeiler unseres ganzen wirtschaftlichen Lebens. Die veredelte Ausnutzung unserer Wasserschätze und Wasserkräfte, ja jedes einzelnen Tropfen Wassers über und unter der Erde, ist um so mehr ein Gebot der Stunde, als bereits eine nicht unwesentliche, aber nicht mehr zu beseitigende Verminderung stattgefunden hat, sei es durch die weitgehende Abholzung der Wälder, wodurch die schwammartige Natur der Bodenstreu und damit der ausgleichende Einfluß auf die wechselnden Wasserstände der Bäche und Flüsse aufgehoben wurde, wie auch durch die Trockenlegung von Sümpfen, Mooren und Teichen, sei es durch die als veraltet anzusehende Begradigung der Flußläufe, sei es durch die veränderte Kulturart, durch die Wegleitung der Quell- und Grundwässer zwecks gemeindlicher Wasserversorgung, sei es durch übermäßige Wiesenbewässerung, die gesetzgeberisch auf das notwendigste Maß beschränkt werden muß, nämlich auf die Sonn- und Festtage und die Zeit des Betriebsstillstandes der Wasserkräfte.

Die verschiedensten Anforderungen, die an die Verteilung des Wassers gestellt werden, widersprechen sich zwar teilweise, aber lange nicht in dem Maße, wie vielfach angenommen wird, sie erfordern allerdings oft einen billigen Ausgleich. Hierzu sollen auch in technischer Beziehung die Talsperren dienen: wassersammelnd, wasserverteilend und -ausgleichend, sie sollen gegen Hochwasser schützen, der Wasserversorgung dienen, das Niedrigwasser erhöhen und dadurch die unterhalb liegenden Wasserkräfte, die Schiffahrt, die Bewässerung von Ländereien verbessern, den Gemeingebrauch am Wasser erleichtern, sei es zum Waschen, Baden, Schöpfen, Tränken, Schwemmen, Bleichen, zur Hauswirtschaft, zum Ableiten der Haushaltwässer, zum Löschen von Bränden, zum Flößen, Kahnfahren, zur Eisentnahme, sei es überhaupt zu jedem unschädlichen Gebrauch. Die Talsperren sind auch ein hervorragendes Mittel der Flußregulierung ohne besondere Kosten.

Freilich, wo so viel Licht vorhanden ist, sind auch Schatten unvermeidlich. Schon die mit großen Talsperren verbundenen hohen Herstellungskosten verhindern eine vollständige Ansammlung und Verwertung des Überschußwassers.

Wir sind arm geworden und werden noch ärmer.

Schon die jetzt bestehenden, zu Friedenspreisen erbauten Talsperren fassen nur etwa 30—70% des Hochwasserüberschusses: die besonders jetzt in Angriff zu nehmenden kleineren Sperren in den Quellgebieten wirken nur auf kurze Strecken; die an sich aus wirtschaftlichen Gründen anzustrebenden großen Sammelbecken für ein ganzes Flußgebiet sind von örtlichen Verhältnissen abhängig und oft wegen starker Besiedelung, ganz abgesehen von den großen Kosten, meist nicht ausführbar. Dazu kommt, daß der Zweck des mit der Talsperre zu verbindenden großen Kraftwerks, oft als Spitzenkraftwerk dienend, um die Anlagekosten zu vermindern und die Wasserkraft voll auszunutzen, dem Zwecke des Hochwasserschutzes widerspricht, ersterer verlangt gefüllte, letzterer leere Stauräume. Infolge des ungleichmäßigen Kraftbedarfes schon an verschiedenen Tageszeiten muß einmal viel, dann wieder weniger Wasser zu Tal abgelassen werden, so daß dieser Abfluß oft stärkeren Schwankungen unterliegt wie vordem, was für die Betriebe der Unterbahnlieger außerordentlich nachteilig empfunden werden muß. Es ist deshalb die Anlage mindestens von Tagesausgleichsweihern unterhalb der Sperren nötig. So muß z. B. bei 12stündigem Tagesbetrieb des Kraftwerks das Ausgleichswerk die Hälfte der täglichen Abflußmenge fassen, um den Inhalt gleichmäßig verteilt auf den ganzen Tag abzugeben. Übrigens macht die Talsperrenwasserkraft die Wärmekraft keineswegs entbehrlich, die letztere muß sogar bei Wasserklemmen, wie wir sie z. B. im vorigen Jahre erleben mußten, den größten Teil des Bedarfes decken.

Die Beherrschung eines ganzen Flußlaufes wird kaum möglich sein, muß man doch oft schon wegen zu erwartendem erneuten Hochwasser das Staubecken stark absenken. Derartig große Sperren, die alles Hochwasser nutzbringend aufnehmen, sind bis jetzt noch nicht gebaut. Zuweilen wird bei Talsperrenanlagen zwar Kraft und Licht preiswert erzeugt, wogegen aber andere Kulturwerte erhebliche Einbuße erleiden, insbesondere der Gemeingebrauch am abgeschnittenen Wasserlauf. Auch hier müssen Härten unbedingt vermieden werden.

Eng damit zusammen hängt die Regulierung der kleineren Staumengen in den Wehrteichen. Plötzlicher Aufstau und plötzliches Ablassen sind gesetzlich zu verbieten. Das Anspannen und das Abmahlen eines Wehrteiches führt mitunter zum Mißbrauch, man bedenkt hierbei nicht, daß beim sogenannten Abmahlen beide gleichartige Faktoren einer Wasserkraft, die Wassermenge und das Gefälle, vermindert werden, also eine Art Raubbau getrieben wird. Zu- und Abfluß soll gleichmäßig bei allen Stauanlagen stattfinden, der Obermüller darf dem Untermüller das Wasser nicht entziehen, nicht verschwenden und nicht zur Ungebühr zusenden. Entsprechende Einrichtungen dagegen sind nötigenfalls vorzuschreiben. Gleichmäßiger Abfluß gehört zur planmäßigen Wasserwirtschaft.

M. H.! Gestatten Sie mir, noch einige weitere Gesichtspunkte zu erörtern, die sich auf die Reinhaltung der Wasserläufe beziehen. Immer brennender und schwieriger wird die Schlammfrage, die Einführung der sogenannten geklärten Abwässer städtischer Kanalisation, der Kohlen- und Kalibergwerke, der Großindustrie in die natürlichen Wasserläufe, welche meist den Gemeingebrauch am Wasser hindern; sie sollen an sich die Grenzen des Regelmäßigen, des Gemeinüblichen nicht überschreiten — ein sehr dehnbarer Begriff.

Ausnahmen sind zulässig, über welche aber ebenfalls der wasserwirtschaftliche Verband gehört werden möchte und an welchen auch der Wassertriebwerksbesitzer interessiert ist. Sicher ist jedenfalls, daß die im Betriebswasser mitgeführten Verunreinigungen geeignet sind, den Wirkungsgrad der Turbinen und damit auch deren Leistungen sehr ungünstig zu beeinflussen. Das gilt namentlich für kleine Turbinen, deren Zellen durch die Unreinigkeiten leicht verstopft werden, wodurch der Wirkungsgrad rasch fällt. Die Turbinen müssen dann öfters gereinigt werden, was zu unliebsamen Betriebsstörungen Veranlassung gibt. Die Schaufeln werden hierbei oft beschädigt und verbogen. Oft werden die Rechen durch große Schlammfladen verstopft, die durch die sich entwickelnden Gase an die Oberfläche gehoben werden. Sie stammen nicht immer aus den städtischen Kanälen, meist aus den Abwässern der Papier- und Pappenfabriken und Holzschleifereien. Die unlöslichen, schwerzersetzlichen Holzfasern werden mit dem Wasser oft weit stromabwärts getrieben und in den Wehrteichen und Betriebsobergräben abgelagert, hier einen

Digitized by Google

gärungsfähigen Schlamm bildend. Nicht immer können die Rechen entsprechend eng gehalten werden, ganz abgesehen davon, daß die rechtzeitige Reinigung derselben und peinlichste Instandhaltung, ev. deren automatischer Betrieb eine recht kostspielige Sache ist. Das Zusetzen der Rechenanlage hemmt natürlich nicht nur den Zufluß des Betriebswassers zu den Turbinen und vermindert deren Arbeitsgefälle, sondern die entstehende Stauung vor dem Rechen treibt auch die Wassermenge ungenutzt über das Wehr und vermehrt nachbarliche Stauunzuträglichkeiten. Infolge der im Laufe der Jahrzehnte stattgefundenen Verschlammung der Flußsohlen können die in den alten Mühlenordnungen und später festgelegten Schützenhöhen nicht mehr eingehalten werden. Statt der früheren, veralteten Grabenklärung müssen, soweit dies nicht schon geschehen ist, Stoffänger und neuzeitliche Kläranlagen angeordnet, bzw. vorgeschrieben werden, die übrigens keine oder nur eine geringe Belastung des Unternehmers bedeuten, da sie das wertvolle Gut nutzbar machen oder bzw. die landwirtschaftliche Ausnutzung ermöglichen.

Eine sehr aktuelle Frage will ich zuletzt noch besprechen, sie betrifft die Besteuerung, den Wasserzins für die Benutzung des Wasserlaufes; sie sollen nach dem Entwurfe in einem angemessenen Verhältnisse zu dem Vorteile stehen. Vor einer Doppelbesteuerung, z. B. in Form einer Gewerbesteuer, ist man hierbei noch nicht gesichert.

Während das italienische Wassergesetz den Ausbau der Wasserkräfte durch Steuererleichterungen und sogar durch Zuschüsse begünstigt, sucht der tschecho-slovakische Gesetzentwurf die möglichst vollkommene Ausnutzung ausgebauter Wasserkräfte durch Steuerdruck zu erzwingen. Das preußische, sächsische und württembergische Wassergesetz kennt keinen Wasserzins oder eine Wasserbenutzungsgebühr, dagegen das bayerische und schweizerische Wassergesetz. Dieser für staatliche Flüsse vorbehaltene Wasserzins in diesen Staaten kann als erträglich bezeichnet werden, er richtet sich nach dem Werte der Kraft, der Schwierigkeit des Ausbaues, kommt kommunalen Werken entgegen und berücksichtigt Billigkeitsgründe; bis vor kurzem betrug er in Bayern M. 3 pro PS. im Jahre als Mindestziffer, ist aber jetzt erhöht worden, indem man als Grundlage der Berechnung die Turbinenleistung abzüglich 20% für Reserve angenommen hat.

Auch das Reich hat sich mit der Frage der Besteuerung der Wasserkräfte beschäftigt.

Die Handelskammer Breslau hatte im Vorjahre beim vorläufigen Reichswirtschaftsrat die Einführung einer besonderen Wassersteuer vorgeschlagen mit der Begründung, daß bei einer Erhöhung der Kohlensteuer die Dampfkraftwerke gegenüber den Wasserkraftwerken schwer benachteiligt werden und deshalb ein gerechter Ausgleich nötig sei. Zu diesem Antrage hat der Reichswirtschaftsrat, der noch am meisten Fühlung mit der Industrie nimmt, eine Reihe von Sachverständigen-Gutachten eingeholt, die sämtliche die Wasserkraftsteuer mit der Begründung ablehnten, der sich auch der Reichswirtschaftsrat am 1. September 1921 anschloß, daß die vor dem Kriege gebauten Werke sehr wenige sind und jetzt meist vor großen Umbauten infolge notwendigen weiteren Ausbaues stehen, oder vor Instandsetzungs- und Erneuerungsarbeiten, bei denen die hohen Kosten der Kohlensteuer mitgezahlt werden, auch wäre der Ausbau der Wasserkräfte, der mit allen Mitteln zu fördern und nicht zu hemmen und zu unterbinden sei, noch viel zu sehr in der Entwicklung begriffen, als daß die Wasserkräfte schon eine Steuerquelle bilden könnten.

Auch der sächsische Landtag hat sich mit der Frage befaßt, nachdem das Reich ausdrücklich den Ländern die Gewerbesteuer überlassen hat; das gewerbliche Anlage- und Betriebskapital umfaßt sämtliche den betreffenden Gewerbebetrieben dauernd gewidmeten Werte, wozu auch die Wasserkräfte gerechnet werden. Nach meiner Ansicht kann sich die gesamte Bewertung nur in dem Maße gegenüber der Vorkriegszeit erhöhen, als sich der Grundstückswert seit dieser Zeit gehoben hat, nicht etwa nach der Erhöhung des Kohlenpreises. In diesem Maße sind weder die Grundstückswerte, noch die übrigen Werte gestiegen.

Die Ähnlichkeit der Wasserkräfte in bezug auf bleibenden Ewigkeits- und Ausnutzungswert mit dem Grund und Boden, mit dem sie untrennbar verbunden sind, fordert ähnliche Abschätzungsgrundsätze für die Wasserzinsberechnung.

Neuerdings vor einem Monat hat sich der Wasserwirtschaftsausschuß des Reichswirtschaftsrates wieder mit dieser Frage und auch mit der Verleihung von Wasserkräften und sonstigen Wassernutzungsrechten beschäftigt unter Bezugnahme auf die grundlegenden Bestimmungen der Verfassung, wonach alle Bodenschätze und alle wirtschaftlich nutzbaren Naturkräfte unter Aufsicht des Staates stehen und private Regale im Wege der Gesetzgebung auf den Staat zu überführen seien. Es sei nicht mehr angängig, daß die wirtschaftlich wichtigsten Naturkräfte, nämlich die Wasserkräfte, Privaten auf unbeschränkte Zeit und oft noch zinslos zur Nutzung überlassen werden, oder daß zahlreiche, an sich abbauwürdige Wasserkräfte noch ganz oder teilweise ungenützt bleiben; es sei eine dringliche Aufgabe des Reiches, hier unmittelbar oder aber mittelbar durch die Länder regulierend einzugreifen und den Ausbau der gesamten Wasserkräfte in zeitgemäßer Form zu betreiben. Es wurde hierbei auf beachtenswerte Vorgänge im Auslande verwiesen, wo die Materie bereits in vorbildlicher Weise geregelt sei. Einstimmig wurde das Bedürfnis einer reichsgesetzlichen Neuregelung zwecks Aufstellung verbindlicher Normativbedingungen für alle Länder anerkannt, wobei aber allerdings nicht durch weitgehende Bedingungen das erforderliche Privatinteresse am Ausbau und der Nutzung der Wasserkräfte zweckwidrig gelähmt wird. Überall müsse aber das Gemeininteresse an der Nutzung dem privaten Interesse vorangestellt werden. Der bereits bestehende Arbeitsausschuß wurde beauftragt, zunächst Grundsätze für die Verleihung aufzustellen, wozu Sachverständige und Interessenten gehört werden sollen.

M. H.! Schon hieraus ergibt sich die Notwendigkeit eines möglich baldigen Zusammenschlusses aller Thüringer, ja aller deutschen Wasserwirtschaftsverbände, damit ihre Vertretung vor Beschlußfassung Gehör findet.

M. H.! Sie haben ersehen, daß mit der Wasserwirtschaft und dem Wasserrechte eine Fülle von Aufgaben eng verknüpft ist. Für mich war hauptsächlich der mir naheliegende Standpunkt des Triebwerkbesitzers und der nutzbare Ausbau der Wasserkräfte maßgebend, wobei volkswirtschaftliche, soziale und wasserwirtschaftliche Gesichtspunkte ausschlaggebend, aber wohlerworbene Rechte am Wasser zu schützen, jedenfalls alle Härten zu vermeiden sind. Auch darf das freie, auf sich selbst und auf eigene Verantwortung gestellte Schaffen keineswegs unterdrückt, muß vielmehr der Fesseln ledig werden, die der Staat ihm in steigendem Maße auferlegt und unter der behördlichen Bevormundung erfahrungsgemäß überholt und steril geworden ist. Mit Zwang ist auf die Dauer im Wirtschaftsleben nichts zu erreichen.

Mit der Zentralisierung muß unbedingt eine zweckentsprechende Dezentralisierung Hand in Hand gehen. Das gilt übrigens auch von der Industrie.

M. H.! Man könnte diese Bestrebungen des Wasserwirtschaftsrates, die auch bei der Kohlenbewirtschaftung ähnlich gerichtet sind, als Anfänge zu einem Reichswassergesetze mit Freuden begrüßen, wenn diese Art der Inangriffnahme nur nicht einen so metallischen Beigeschmack hätte, insofern man damit anfängt, die Rosinen aus dem noch zu backenden Wassergesetzkuchen herauszuklauben. Das Reich braucht Geld und nochmals Geld ohne Ende. Solange über das Maß unserer endgültigen Verpflichtungen der Entente gegenüber Ungewißheit besteht und solange sich unsere Währung nicht zu festigen vermag, fehlt die Grundlage für ein geordnetes wirtschaftliches Schaffen der Volksgemeinschaft, wenn auch allmählich die Erkenntnis dämmert, daß die Mitarbeit Deutschlands am Wiederaufbau der Weltwirtschaft hergestellt und gesichert werden muß, wenn überhaupt eine Gleichgewichtslage herbeigeführt werden soll.

Digitized by Google

Immer lauter erschallt der Ruf in Deutschland nach Besteuerung der Energien außer der Kohle und Elektrizität, nunmehr jetzt der Wasserkräfte. Man bedenkt nicht, was schon Geheimrat Klingenberg betont hat, daß die wünschenswerte und zu erstrebende, restlose Ausnützung der Wasserkräfte nur ganz allmählich vor sich gehen kann und sich auf viele Jahre verteilen muß. Es steht fest und ist jedem Sachverständigen bekannt, was an guten Wasserkräften in Deutschland noch vorhanden ist, nachdem die besten Stücke bereits herausgeschnitten und ausgebaut sind. Der weitere Ausbau kann sich, wie auch die Umstellung der Industrien, nur schrittweise vollziehen, da die darin festzulegenden, außerordentlich hohen Geldbeträge dem Markte nur allmählich entzogen werden können. Die Industrie wird sich zunächst darauf beschränken, die Abwärme der Dampfkraftwerke und die Abgase weiter auszunützen.

Die noch nicht ausgebauten Wasserkräfte liegen zudem meist von den Verbrauchsgegenden entfernt, wodurch sich die Kosten der Übertragung sehr hoch stellen. Wie ich bereits schon hervorgehoben habe, bietet die volle Ausnutzung der bereits bestehenden Wasserkräfte Schwierigkeiten. Aber angenommen, alles das wäre überwunden und es wäre noch ein günstiges Verhältnis zwischen den Ausbaukosten, der Leistung sowie dem Preise am Ende der Fernleitung, so entsteht immer die Frage, ob das Land die überreich dargebotene Energie restlos aufnehmen kann. Das beste Beispiel hierfür ist Bayern mit seinen großen, verhältnismäßig billig zu gewinnenden Wasserkräften ohne Kohlenschätze, welches trotzdem auf Ausfuhr seiner Wasserenergie angewiesen ist und zunächst nur eine mäßige Verzinsung seiner Anlage und Betriebskosten erzielen wird. Unsere kleinen Wasserkräfte in Thüringen und Preußen sind darin besser gestellt, sie können leicht am Orte selbst gut verwertet werden und sind infolge ihres häufigen Vorkommens und ihrer günstigen Lage inmitten der Besiedelung von hoher wirtschaftlicher Bedeutung, besonders in ihrem engeren Kulturgebiete. Durch geschickte bauliche und maschinelle Einrichtungen ist äußerste Nutzleistung auch der kleinen Kräfte zu erzielen und der Besitzer kommt hierbei billiger weg als bei den hohen Stromkosten öffentlicher Werke.

M. H.! Ich habe Ihre Aufmerksamkeit bereits stark in Anspruch genommen und möchte Sie nicht weiter ermüden. Sie haben ersehen, daß mit der Wasserwirtschaft und dem Wasserrechte eine Fülle von Aufgaben eng verknüpft ist.

Politische Parteianschauungen und Theorien müssen natürlich bei der Beurteilung der gesamten vorliegenden Fragen ausgeschaltet werden; handelt es sich doch hier um reale Interessen und deren wirtschaftliche Berechtigung, die nüchtern behandelt und im Interesse des Ausgleichs oft gleich gerichtet werden müssen. In positiver Gemeinschaftsarbeit lernen sich auch politisch getrennte Parteien kennen, verstehen und achten, ein erstrebenswertes Ziel!

Lassen Sie mich meinen Vortrag im Hinblick auf die Einleitung mit dem Mahnworte des Größten von Weimar schließen:

„Immer strebe zum Ganzen,
Und kannst Du selber kein Ganzes bilden,
Als dienendes Glied
Schließ an ein Ganzes Dich an."

Nach dem mit Beifall aufgenommenen Vortrag und einer sich daran anschließenden lebhaften Aussprache empfahl H. Baurat Prof. Toepel die Wahl des bereits bestehenden Thüringer Wasserwirtschaftsverbandes als Hauptverband, in welchen die anderen Verbände ihre Vorstandsmitglieder zur Bildung einer Arbeitsgenossenschaft entsenden sollten, was einstimmig angenommen wurde. Die weiteren Schritte sollten durch den zu bildenden Arbeitsausschuß vorbereitet werden.

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Die bayerischen Großwasserkraftwerke. Die in enger Betriebsgemeinschaft miteinander stehenden Walchenseewerk-Aktien-Gesellschaft, Mittlere Isar-Aktien-Gesellschaft und Bayernwerk-Aktien-Gesellschaft hielten am 13. April ihre ordentliche Generalversammlung für das am 30. September 1922 abgelaufene zweite Geschäftsjahr ab. Die Geschäftsberichte lassen trotz der ungünstigen Wirtschaftsverhältnisse allenthalben einen kräftigen Baufortschritt der Großwasserkraft- und Fernleitungsanlagen erkennen. Die Gesamtarbeiten sind heute soweit gefördert, daß, falls nicht unvorhergesehene Zwischenfälle Störungen verursachen sollten, das Walchenseewerk mit Spätherbst dieses Jahres die Energielieferung an das Bayernwerk aufnehmen kann. Zum gleichen Zeitpunkt werden auch die Anlagen des Bayernwerks für die ganz Bayern umfassende Energieverteilung betriebsfertig sein. Die Mittlere Isar-A.-G. wird bei ungestörtem Baufortgang Mitte 1924 mit ihren ersten Kraftwerken die Energielieferung beginnen können. Gemeinsam ist allen drei Geschäftsberichten eine gegenüber dem Vorjahr erhebliche Steigerung der Ausgaben auf Baukonto, die sich aus dem kräftigen Baufortschritt im Zusammenhang mit der Geldentwertung herleitet. Ferner hat vorsichtigerweise durchgeführte Materialeindeckung zu noch günstigen Preisen beträchtliche Ausgabeposten vorweg genommen, die dem neuen Geschäftsjahr zugute kommen. Insgesamt weist die Walchenseewerk-A.-G. bis 30. September 1922 an Baukosten 438 333 853 M. aus. Die Gesamtausgaben der Mittleren Isar-A.-G. beziffern sich für die ersten zwei Geschäftsjahre auf 885 654 705 M. Bei der Bayernwerk-A.-G. weist das Baukonto einen Gesamtbetrag von 715 674 366 M. per 30. September 1922 auf.

Im einzelnen ist aus dem Bericht der Walchenseewerk-A.-G. zu entnehmen, daß heute die gesamten Anlagen der Wasserzuleitung von der Isar oberhalb Krünn bis zum Walchensee sowie aus diesem zum Wasserschloß des Kraftwerkes im wesentlichen als beendet angesehen werden können. Die Hauptarbeit gilt jetzt noch den unmittelbaren Kraftanlagen: Wasserschloß mit Sturzleitung und Krafthaus. Auch hier sind die Arbeiten über die Hälfte hinaus gediehen. Im Krafthaus selbst ist mit der Montage von drei Turbinen bereits begonnen. Die Anlagen zur Wasserrückleitung nach der Isar (Loisachkorrektion und Loisach-Isarkanal) gehen der Beendigung entgegen.

Auch bei der Mittleren Isar-A.-G. konnte der Ausbau trotz Behinderung der Bauarbeiten durch den Niederschlagsreichtum des Sommers planmäßig fortgeführt werden. Die Kanal- und sonstigen Erdarbeiten für den ersten Ausbau mit vorläufig drei Kraftwerken wurden nahezu zu Ende gebracht. Mehrere Kilometer Kanalbetonierung, 23 Brücken, 20 Durchlässe und Düker sind vollendet. Beim Krafthaus Aufkirchen ist man zurzeit bereits mit dem Einbau der Turbinen beschäftigt, beim Krafthaus Finsing steht dieser unmittelbar bevor. Auch der Bau des Krafthauses Eitting ist in bestem Gange. Die Herstellung der maschinellen Einrichtungen ist weit gefördert und für eine Reihe von Maschinen und Maschinenteilen bereits beendet. Die umfangreichen Grunderwerbungen für den ersten Ausbau können mit geringfügigen Ausnahmen als abgeschlossen, oder — soweit Flurbereinigung stattfindet — als gesichert gelten.

Gewaltigen Baufortschritt weist gleichfalls das Bayernwerk auf. Der erste Ausbau des 100 000 Volt-Netzes umfaßt 877 Kilometer; bis zum Berichtstage waren von den erforderlichen 3900 Masten rund 3600 gestellt und von der Leitung insgesamt 600 Kilometer beendet. Die betriebsfertigen Leitungsstrecken wurden zum großen Teile verschiedenen Überlandwerken einstweilen mietweise zur Verfügung gestellt. Der Bau der 11 Umspannwerke schreitet rüstig fort. So sind die Umspannwerke München, Meitin-

Digitized by Google

gen (bei Augsburg), Nürnberg, Würzburg, Schweinfurt, Arzberg und Regensburg bereits unter Dach; in den erstgenannten drei Werken hat die Montage der Inneneinrichtungen begonnen. Bei den Umspannwerken Landshut, Amberg, Bamberg und Aschaffenburg werden die Dachstühle in den nächsten Wochen aufgesetzt werden können. Die ersten Transformatoren wurden bei den Baufirmen abgenommen.

Die Finanzierung all dieser umfangreichen Bauten erfolgte zunächst aus dem Ergebnis der 4½prozentigen Schuldverschreibungen, die von der Walchenseewerk-A.-G. und der Mittleren Isar-A.-G. als „Schuldverschreibungen der bayerischen Großkraftwerke" sowie von der Bayernwerk-A.-G. als „Bayerische Elektrizitätsanleihe" in zwei Serien ausgegeben wurden. Bis zum Berichtstage waren beide Serien, und zwar die Schuldverschreibungen der Großkraftwerke mit insgesamt 1 Milliarde Mark, die Bayerische Elektrizitätsanleihe mit insgesamt 600 Millionen Mark voll untergebracht. Die Beschaffung weiterer Mittel erfolgte durch die „Walchenseeanleihe", die von den drei Gesellschaften gemeinsam im Februar 1923 ausgegeben wurde; sie weist einen gleitenden Zinsfuß auf entsprechend dem jeweiligen Reichsbank-Diskontsatz abzüglich 2 Prozent, jedoch nach oben mit 15 Prozent und nach unten mit 7 Prozent begrenzt. Die Anleihe fand eine überaus günstige Aufnahme. Einige Mittel flossen den Gesellschaften auch aus Darlehen zu.

Das Aktienkapital der drei Gesellschaften wurde auf Beschluß der Generalversammlungen nochmals erhöht. Es beträgt nunmehr bei der Walchenseewerk-A.-G. 800 Millionen Mark, bei der Mittleren Isar-A.-G. 1,6 Milliarden Mark und bei der Bayernwerk-A.-G. ebenfalls 1,6 Milliarden Mark.

Die zur Erzeugung gelangenden Energiemengen werden zum Teil für die allgemeine Elektrisierung der Reichseisenbahnen Verwendung finden. Die Verhandlungen über einen Normal-Stromlieferungsvertrag mit den im Bayer. Elektrizitätsversorgungsverband zusammengeschlossenen Hauptabnehmern wurden zum Abschluß gebracht. Auch mit einigen Nachbarländern schweben erfolgversprechende Verhandlungen über Stromlieferung. Der vollständige Absatz der Energiedarbietung kann als gesichert gelten.

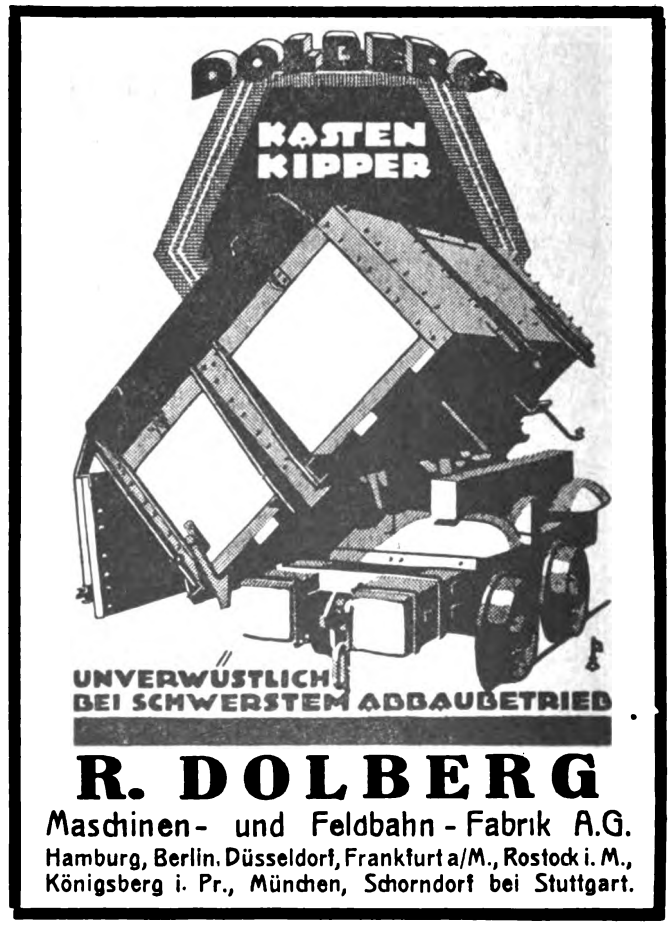
Personalnachrichten

Prof. Paul **Schultze**-Naumburg wurde aus Anlaß der Neuherausgabe seiner berühmten **„Kulturarbeiten"**, deren 1. Band „Die Gestaltung der Landschaft durch den Menschen" in neuer Ausgabe (Lex. 8, 480 S., 728 Abb.) vor kurzem im Verlag Callwey-München erschienen ist, von der staatswissenschaftlichen Fakultät der Universität Tübingen die Würde eines Ehrendoktors verliehen.

Kurze Nachrichten

Wasserkraftnutzung.

Mindelheim (Bayern). Die Gemeinde Frankenhofen bei Mindelheim errichtet eine größere Kraftanlage mit einem Kostenaufwand von 100 Mill. M. und hat zu diesem Zweck Anleihen aufgenommen. — **Bad Lauterberg** (Harz). Die Regierung beabsichtigt, die Ausnützung der Wasserkräfte des Harzes im Gebiet der Oder und Sieber zu fördern und zu diesem Zwecke auf eigene Kosten den Oderteich zu erhöhen und die dort aufgespeicherten Wassermengen der Oderteich-Genossenschaft zur Kraftgewinnung abzugeben. Ferner soll eine Hochspannungsleitung Andreasberg—Lauterberg-Pöhlde—Herzberg—Sieber und wieder nach Andreasberg zurückgelegt werden. In diese Ringleitung werden das Lauterberger Elektrizitätswerk und alle Wasserbetriebsanlagen zur restlosen Ausnutzung der Wasserkräfte angeschlossen werden. Nach der Erhöhung des Oderteiches wird auch im Siebertal eine Kraftstation von über 700 PS. geschaffen, die in Spitzenleistungen bis 1000 PS. alle Kraftschwankungen überholen soll. Ebenso leistet die Erhöhung des Oderteiches eine Verbesserung der bestehenden Wasserkräfte im Odergebiet von rund 1300 PS. und gewährleistet für Lauterberg und Umgegend für alle Zeiten eine sichere Licht- und Kraftquelle auf der Grundlage sozialer Fürsorge. Auch der schon vor dem Kriege gehegte Plan einer Odertalsperre soll, wenn auch erst in späteren Jahren, zur Ausführung kommen. — **Bamberg.** In Gegenwart des Regierungspräsidenten von Oberfranken, Vertretern der staatlichen und vieler städtischen Behörden, zahlreicher Reichs- und Landtagsabgeordneter, Vertreter des Handels und der Industrie, der Banken und vieler Korporationen aus dem ganzen Reich hat am 7. April die Eröffnung der Hirschaider Wasserkraftanlage der Überlandwerke Oberfranken A.-G. stattgefunden. Das neue Hirschaider Wasserkraftwerk mit 3326 PS. und mit einer Jahresenergie von rund 20 Millionen kWh ist das erste große Wasserkraftunternehmen Nordbayerns, womit die Elektrizitätsversorgung Nordbayerns einen wesentlichen Schritt vorwärts getan hat. Der Gesamtausgabe von 1 Milliarde Mark steht ein Wert von über 15 Milliarden Mark gegenüber. — **Braunsberg.** Der Kreistag beschäftigte sich in seiner letzten Sitzung mit dem Ausbau der Wasserkraft an der Schloßmühle Mehlsack und hat beschlossen, die Wasserkraft durch Einbau einer zweiten Turbine, durch Neubau des Wehres und eines kurzen Staudammes, durch Verbesserung des Turbinenkanals und Vertiefung des Flußbettes im Unterwasser auszubauen. — **Wildberg** (Neckar). In der Verbandsversammlung des Gemeindeverbandes Elektrizitätswerk Teinach wurde die Frage der Erwerbung und des Ausbaues der Wasserkraftanlage im oberen Enztal behandelt. Der Verwaltungsrat wurde ermächtigt, sofort Anleiheverhandlungen einzuleiten, um die Wasserkräfte auszubauen. — **Weiden** (Bayern). Der Stadtrat hier will ein größeres Wasserkraftwerk erbauen. — **Oldenburg** (Oldbg.). In der sog. Schleuse soll durch die Stadt ein Kraftwerk errichtet werden. — **Staufen** (Br.). Die Stadt beabsichtigt, allein oder im Verein mit Gemeinden des Bezirks ein eigenes Kraftwerk zu bauen.



Digitized by Google

Wasserversorgung — Be- und Entwässerungen.

Passau. Die Stadt plant die Erbauung einer neuen Wasserwerksanlage. Die Baukosten belaufen sich auf etwa 700 Mill. M. — **Mayen** (Eifel). Die Stadt hat den Ausbau ihrer Kanalisation und die Errichtung einer Kläranlage nach System „Oms" Frischwasserklärverfahren beschlossen. Die Inangriffnahme der Arbeiten durch die Deutsche Abwasser-Reinigungs-G. m. b. H. Wiesbaden soll sofort erfolgen. — **Selb** (Bay.). Zur Vollendung der Wasserversorgungsanlage wird eine weitere Anleihe von 60 Mill. M. aufgenommen. — **Hohenhaslach.** Die gemeindliche Wasserversorgungsanlage soll durch Zuleitung der Mühlbachquelle erweitert werden.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftnutzung. Wasserkraftgewinnung aus Flachlandflüssen. Von Reg.- u. Baurat R. Seifert, Berlin. „Z. d. V. D. I.". 1923. No. 3, 6 u. 7, S. 49—52, 128—131, 154—157. 17 Abb. (Eingehende Untersuchungen über die Kraftgewinnung aus einem Flachlandfluß wie die Weser. Vergleichende Darstellungen, Ausbauwürdigkeit, Wirtschaftlichkeit.)

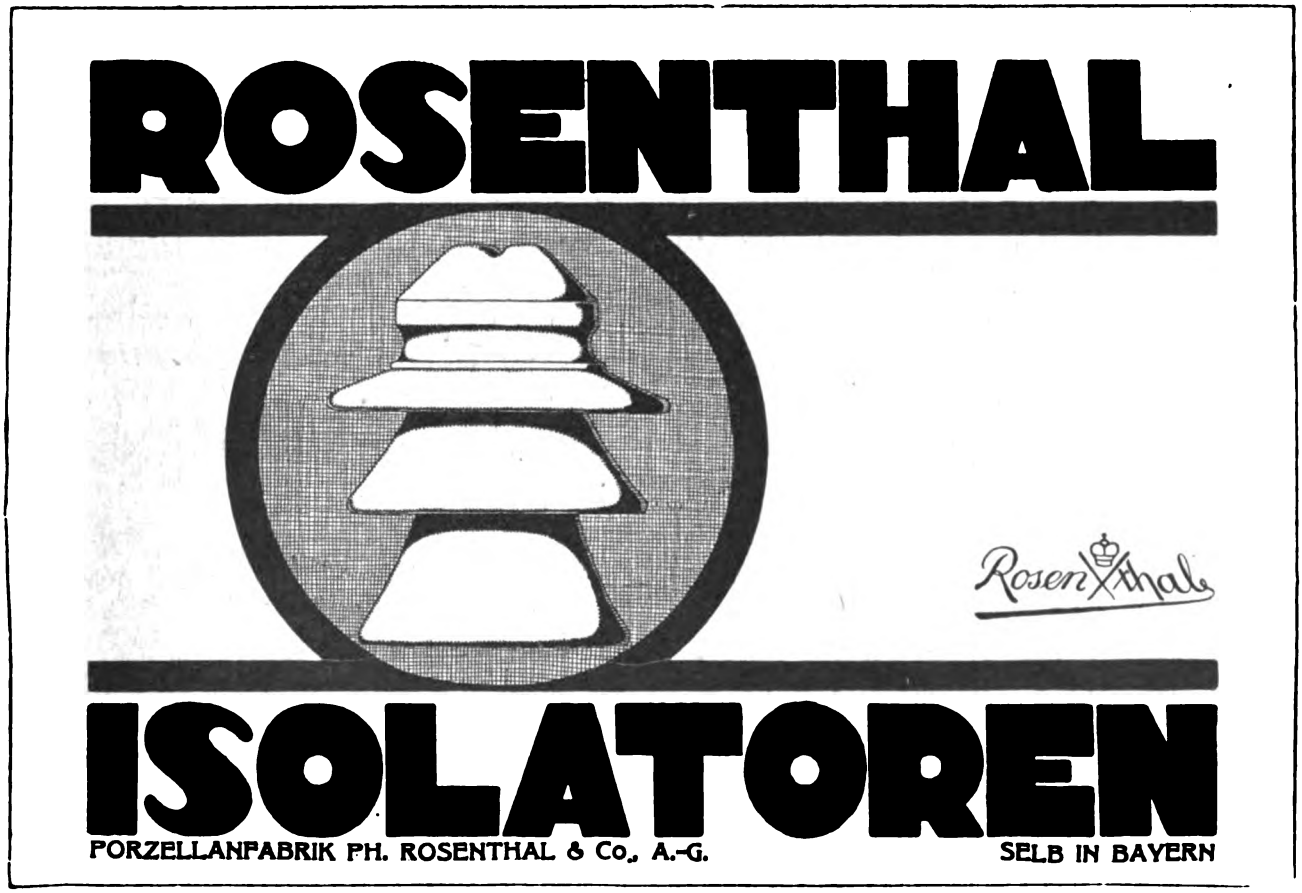
Buchbesprechungen

Elektro-Praktikum. Ratgeber für praktische Messungen an elektrischen Apparaten und Maschinen. Von W. Seibt, Verlag von Hachmeister und Thal, Leipzig.

Das „Elektro-Praktikum" von Dipl.-Ing. W. Seibt ist ein vorzüglicher kurzer Leitfaden für praktische elektrotechnische Messungen in dem Umfange, wie sie etwa im Unterricht an mittleren technischen Lehranstalten vorgenommen werden können. Im Gegensatze zu manchen ähnlichen Werken, die sich auch in erster Linie für „Praktiker" d. h. Leute mit mangelhaften mathematischen und physikalischen Vorkenntnissen, eignen sollen, ist im Seibtschen Praktikum gezeigt, wie mit einfachen Mitteln viel erreicht werden kann, ohne daß deshalb Methoden angewandt werden, die vom wissenschaftlichen Standpunkte aus zu verwerfen wären. Auf 118 Seiten werden alle praktisch wichtigen Gleich- und Wechselstrommessungen an Apparaten und Maschinen behandelt, wobei durch eingestreute Zahlenbeispiele das Verständnis beim Selbstunterricht erleichtert wird. Wenn für die weitere Ausgestaltung des Werkes, dem größte Verbreitung zu wünschen ist, noch ein Vorschlag gemacht werden soll, so möge auf die Anpassung an die in letzter Zeit erfolgten „Normalisierungen" bezüglich der Bezeichnungen (AEF), Drehsinn der Vektoren u. s. f. hingewiesen sein. P.

Jahrbuch der Elektrotechnik. (Herausgegeben von Prof. Dr. Karl Strecker, Verlag R. Oldenbourg; Grundpreis M. 10,— gebd.)

Der zehnte Jahrgang (Übersicht über das Jahr 1921) des bekannten Nachschlagewerkes liegt nunmehr vor; die ansehnliche Reihe von 10 Bänden, welche somit erreicht ist, zeigt, welch gute Dienste das Buch als zeitsparender Behelf und Wegweiser in der von Jahr zu Jahr umfangreicher werdenden Fachliteratur zu leisten vermag. Im neuen Jahrgange wurde der Stoff wieder aus etwa 200 Zeitschriften und vielen Büchern zusammengetragen; insbesondere konnte jetzt auch die ausländische Literatur wieder voll berücksichtigt werden, weshalb gerade der 10. Band vielen Lesern von besonderem Interesse sein dürfte. Zu begrüßen ist die neu eingeführte Zusammenfassung der Besprechung der Fortschritte in

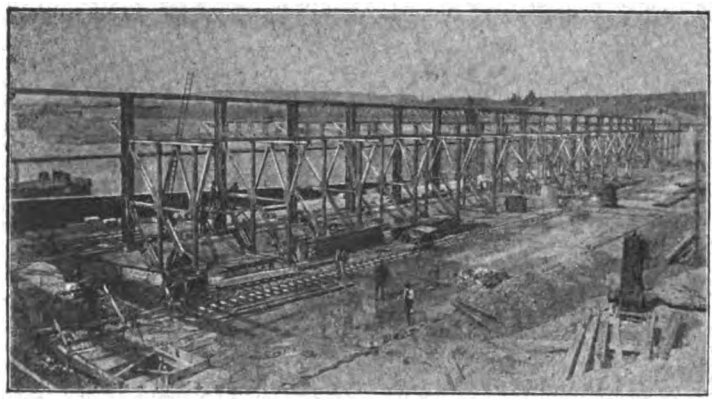


Digitized by Google

jedem Fachgebiete mit der Aufzählung der entsprechenden einschlägigen Bücher und Zeitschriften; dadurch wurde wesentlich Platz gespart, ohne daß die Übersichtlichkeit gelitten hätte, was der geschickten Anordnung im Text zu danken ist. Die Ausstattung des Werkes durch den Verlag ist die bekannt gute. P.

Aus der Geschäftswelt.

Wir machen unsere Leser darauf aufmerksam, daß der heutigen Nummer 9 ein Prospekt der Firma Deutsche Abwasser-Reinigungs-Ges. m. b. H., Städtereinigung, Wiesbaden beiliegt.



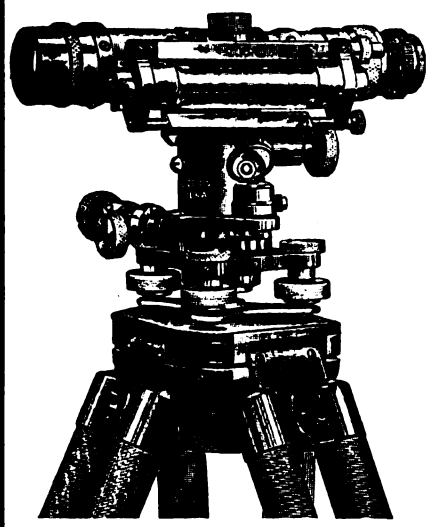
Gießereien, Eisenkonstruktionswerk und Maschinen-Fabrik

F. S. KUSTERMANN

G. m. b. H. **MÜNCHEN**
Rosenheimerstraße 120

Schleusen, Torschleusen, Rechen, Wehranlagen

bis zu den größten Abmessungen.



ZEISS

Nivellier-Instrumente

für Vermessungen, Bauarbeiten, Absteckungen usw.

Sehr leistungsfähige und trotzdem leichte Instrumente 145

Nivellierlatten und Winkelprismen.

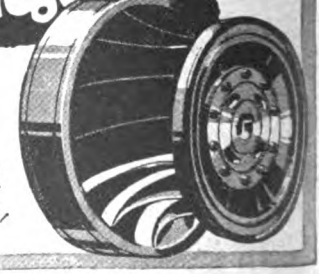
Druckschrift „Geo 63" kostenfrei

CARL ZEISS JENA

Amme, Giesecke & Konegen
A.-G.
Braunschweig

Technische Büros in
Berlin W 9, Potsdamerstr. 134 a
Königsberg i. Pr., Schleusenstr. 3 e
München, Am Karlsplatz 24
Breslau, Weidenstr. 30

Wasserkraft-Anlagen



Wasserturbinen für alle Gefälle und Leistungen,
Automatische Geschwindigkeitsregler,
Wasserstandsregler, Rechen, Schützen,
Wehranlagen.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 10 **München, 15. Mai 1923** **18. Jahrgang**

Neuerungen für Klein-Wasserkraftanlagen

Von Ing. C. Reindl, München.

Bei der heutigen Preisgestaltung, insbesondere bei den unerschwinglichen Kupferpreisen, tritt weit öfter als früher der Fall ein, daß die örtliche Ausnützung einer vorhandenen kleinen Wasserkraft günstiger zu stehen kommt als die Herleitung der Energie aus einer benachbarten Überlandleitung und deren Umformung auf die Gebrauchsspannung. Hierüber hat sich v. Winkler schon früher eingehend geäußert[1]) und ich habe ebenfalls schon mehrfach zu dieser Frage Stellung genommen.[2]) Dazu kommt für die heutigen Zeitverhältnisse noch, daß man bei Schaffung einer Anlage für Eigenversorgung das verauslagte Geld in Werte umgesetzt hat, die ein ziemlich wertbeständiges Eigentum bleiben, während die Aufwendungen für die in den Besitz der Überlandwerke übergehenden Leitungen und Transformatorenstationen eben „Ausgaben" waren.

Ein Nachteil bei solchen kleinen Eigenanlagen lag nur in der Bedienung und Regulierung; bei Wechselstrom und Drehstrom muß auf konstante Drehzahl und konstante Spannung reguliert werden, bei den für kleine Leistungen und Eigenanlagen in der Überzahl vorkommenden Gleichstromanlagen hingegen ist nur Regulierung auf konstante Spannung nötig und die Drehzahl ist belanglos. Ich hatte bereits 1911[3]) darauf hingewiesen, daß für Gleichstromanlagen die bisher übliche doppelte Regulierung, mechanisch (an der Turbine) auf konstante Drehzahl und elektrisch auf Ausgleich des Spannungsabfalles zwischen Vollast und Leerlauf bei konstanter Drehzahl (selbsttätiger Nebenschlußregler oder Compoundwicklung), eine höchst überflüssige zweistufige Lösung einer Aufgabe ist, die sich auch in einer Stufe bewältigen läßt, und dies ist natürlich mit erheblicher Kostenersparnis verbunden. Den einen möglichen Ausweg, auf eine Drehzahlregelung überhaupt zu verzichten und bei freilaufender Turbine, also bei rund 80% Drehzahlunterschied zwischen Vollast und Leerlauf, nur elektrisch zu regulieren, habe ich unter Außerachtlassung aller bisherigen Dogmen beschritten.[4]) Damit fällt ein erheblicher Teil der Anlagekosten weg — macht doch der Turbinenregler oft ebensoviel aus wie die Turbine mit Dynamo — und erübrigen sich auch die auf ihn entfallenden Unterhaltungskosten (Öl-Ersatz) und eine immerhin nötige zeitweilige fachkundige Nachschau. Die Gleichstromdynamo, die mit der Turbine unmittelbar gekuppelt oder durch Riemen angetrieben sein kann, läuft also stets bei unverändert offener Turbine mit der Drehzahl, die der jeweiligen Belastung entspricht und etwa der Drehzahlkurve der Abb. 1 folgt. Bei Vollast (100% Last) macht die Dynamo die normale Drehzahl (100%) und steigert ihre Drehzahl in ungefähr parabelförmigem Verlauf bis zur Durchgehdrehzahl der Turbine von etwa 180% bei Leerlauf (0% Last). Jeder zwischenliegenden Belastung entspricht eindeutig eine bestimmte Drehzahl. Die Dynamo ist nun mit einer so bemessenen Nebenschluß- und Hauptstromwicklung versehen, daß sie sowohl bei Leerlauf mit höchster Drehzahl (Punkt B der Abb. 1), wie auch bei Vollast und normaler Drehzahl (Punkt A) die normale Spannung liefert. Der gekrümmte Verlauf der Drehzahlkurve bedingt (bei unveränderlicher Nebenschluß-Erregung) eine Spannungskurve, die etwa nach der Kurve II der Abb. 1 verläuft und es ist ein Leichtes, die verhältnismäßig geringe Änderung der Spannung durch einen kleinen selbsttätigen Nebenschlußregler zu beseitigen und praktisch konstante Gebrauchsspannung zu erreichen, wie die Kurve III angibt. Um wie viel die Aufgabe, bei so stark schwankender Drehzahl durch alleinige Nebenschlußregulierung mit einem geringen veränderlichen Widerstand (mithin möglichst feinstufig) die Spannung konstant zu halten, durch die neue Anordnung (D. R.-P. 371 158) erleichtert ist, zeigt am besten der Vergleich der Kurve II (Spannungskurve der beschriebenen Dynamo bei konstanter Nebenschlußerregung) mit der Kurve I, welche den ungefähren Spannungsanstieg einer Nebenschlußdynamo mit konstanter Erregung bei gleicher Drehzahlsteigerung (nach der Drehzahlkurve) darstellt; die Spannung einer selbsterregten Nebenschluß- (und Compound-) Dynamo steigt bei Entlastung und zunehmender Drehzahl so rasch und hoch, daß die Konstanthaltung der Spannung mit einem Nebenschlußregler ausführbarer Größe gar nicht mehr möglich wäre, abgesehen davon, daß man bald in das Gebiet kommen würde, wo die Spannung nicht mehr stabil ist und die sichere Selbsterregung fraglich wird. Besonders wichtig erscheint es, daß gerade beim vollen Durchgehen die Spannung gar nicht zu hoch werden kann, da in diesem Punkt B eben die Erregung auch bei höchster Drehzahl nicht mehr Spannung liefert, und daß ferner bei Überlastung (und damit fallender Drehzahl) die Spannung und mit ihr die Stromstärke zurückgeht, so daß zunächst der Besitzer der Anlage auf die Überlastung aufmerksam wird und das Zuviel an Stromverbrauchern abschalten kann, dann aber auch das lästige Durchgehen der Hauptsicherungen vermieden wird.

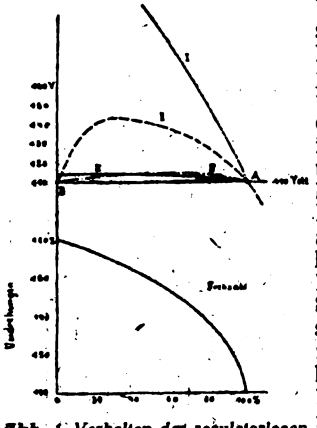


Abb. 1. Verhalten der regulatorlosen Kleinanlage, Bauart Reindl, D. R. P.

Eine vollständige Anlage dieser Bauart mit zugehöriger Schaltsäule zeigt die Abb. 2, wobei der auch für Wandbefestigung verwendbare Kasten neben Strom- und Spannungszeiger und einem zugleich auch die Dynamo spannungslos machenden Hauptschalter, Hauptsicherungen und ev. noch Sicherungen und Schaltern für abgehende Leitungen im Inneren den selbsttätigen Nebenschlußregler enthält. Die Turbine der dargestellten Anlage für 3,1 kW.

[1]) v. Winkler, Die wirtschaftliche Wirkungsweite grosser und kleiner Elektrizitätswerke. E. & M. Wien, 1917, H. 32, S. 381; mein Referat hierüber Z. f. d. ges. Turbinenwesen 1918, H. 14/15.

[2]) des Verf.: Vernachlässigte Kraftquellen, E. T. Z. 1920, H. 1; — Beschleunigung in Bayerns Energieversorgung. Die Wasserkraft 1920, Heft 23; —, Beschleunigte Energiebeschaffung durch Organisation der Kleinwasserkräfte, Z. f. d. ges. Turbinenwesen 1920, H. 26; — Strompreise von Überlandwerken. Z. d. bayer. Rev.-Vereins 1912, H. 3, S. 23.

[3]) des Verf.: Kleine Wasserkraft-Elektrizitätswerke, besonders deren selbsttätige Regulierungsarten. Z. f. d. ges. Turbinenwesen 1911, H. 23 u. 24.

[4]) des Verf.: Neue Klein-Wasserkraftanlagen. E. T. Z. 1922, H. 49, S. 1449; — Die Wasserkraft 1922, H. 23, S. 428, Vortrag von Prof. Budau. Der elektrische Betrieb 1923, H. 4, S. 43; Tydschrift voor Electrotechniek vom 1. 4. 23.

Digitized by Google

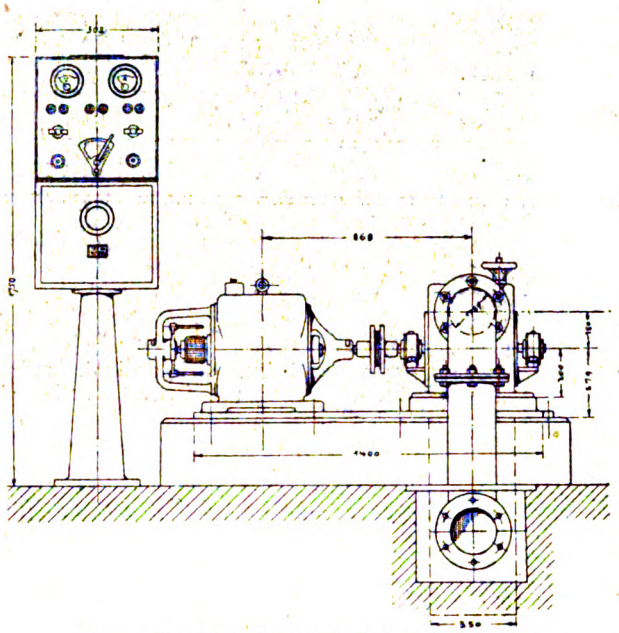


Abb. 2. Kleinanlage Patent Reindl ohne Turbinenregler.

Leistung bei 25 m Gefälle ist eine Bankiturbine[5]), welche Turbinengattung bekanntlich den Vorteil hat, bei verhältnismäßig geringen Gefällen bereits eine für unmittelbare Kupplung ausreichende Drehzahl zu erreichen, denn sie steht mit einer spezif. Drehzahl zwischen etwa 20 und 70 zwischen Pelton- und Francisturbine. Bei diesen unerreicht einfachen Anlagen für Leistungen bis zu etwa 20—25 kW. entfällt jede Bedienung und jeder zu wartende Apparat und es sind keine weiteren Handhabungen nötig und möglich, als das Öffnen oder Schließen des Wasserzulaufes bei Inbetriebsetzung bezw. Betriebsschluß. Solche kleine billige Gleichstromanlagen dürften berufen sein, viele Eigenversorgungen ausführbar zu machen, die bisher an den hohen Kosten für einen Turbinenregler oder für eine Akkumulatorenbatterie und an der Furcht vor Bedienungsschwierigkeiten scheiterten, zumal sich mit 2×220 Volt Gleichstrom bei den in Frage kommenden verhältnismäßig geringen Leistungen immerhin schon Entfernungen von 1—1½ km sogar noch mit Aluminiumleitungen bewältigen lassen.

Im Gegensatz zu dem geschilderten Grundsatz, die Drehzahl überhaupt unreguliert zu lassen, steht eine zweite vereinfachte Lösung der Regulierungsfrage, auf deren Vorteil ich bereits 1911 aufmerksam gemacht hatte: die Drehzahl so zu regulieren, daß die Dynamo bei konstanter Erregung konstante Spannung liefert. Die Drehzahl muß also vom Leerlauf bei Vollast um so viel zunehmen, daß durch ihre Erhöhung der Spannungsabfall in der Dynamo kompensiert wird. Zu diesem Zweck braucht man, wie ich seinerzeit ausführte, nur einen üblichen Turbinenregler anstelle des auf Drehzahl ansprechenden Zentrifugalpendels mit einem auf Spannung ansprechenden nach Art eines Spannungsmessers wirkenden Steuerorgan zu versehen. Diese Art der vereinfachten Regelung kommt besonders für größere Leistungen und überall dort, wo mit Rücksicht auf Wasserspeicherung der Wasserverbrauch an die jeweilige Belastung angepaßt werden muß, in Frage, ebenso auch dort, wo eine verhältnismäßig große Turbine eine kleinere Dynamo antreibt und außerdem noch mechanische Leistung abgibt. Eine Ausführung dieses Prinzipes der Regelung auf konstante Spannung durch Einstellung der Drehzahl mittelst eines in seiner Verwendung als Spannungs-Schnellregler bekannten Thoma-Reglers[6]) zeigt die Abb. 3 in einer Gleichstromanlage von 12 PS Leistung bei 1500 Umdr. unter 120 m Gefälle.[7]) Der Regler entwickelt ein Arbeitsvermögen bis zu etwa 15 kg/m, das im vorliegenden Falle natürlich bei weitem nicht ausgenützt wird. Die Turbine war zuerst nur für Handregulierung gebaut und ist erst nachträglich für die selbsttätige Regulierung umgeändert worden. Die Abb. 4 läßt die Einrichtung des Reglers erkennen, die sich von einem Thoma-Schnellregler für die Betätigung von Erregerstromreglern, Drehtransformatoren u. dergl. Apparaten in nichts unterscheidet. Der Fuß enthält den Ölbehälter und die normal von einem Elektromotor angetriebene Zahnrad-Ölpumpe, die hier vermittelst des in Abb. 3 sichtbaren Riemens von der Turbinenwelle aus betrieben wird. Rückwärts über dem Ölbehälter in dem halbrunden Gehäuse arbeitet ein Drehschieber, der die nach hinten führende Regulierwelle betätigt, an welche weiterhin die zu verstellenden Reguliereinrichtungen angelenkt sind. Für gewöhnlich ist auf diese Regulierwelle etwa die Kurbel eines Erregerstromreglers aufgesetzt, hier in Abb. 3 ein Zahnsegment, das die mit Zahnstange versehene Düsennadel der Turbine verstellt. Dem Drehschieber wird durch das in der Abbildung vorn unter dem Magneten sichtbare Steuerventil das Drucköl für die eine oder andere Bewegungsrichtung zugeführt. Dieser Magnet, das spannungsmessende und steuernde Organ, das die Stelle eines Zentrifugalpendels vertritt, ist als außerordentlich kräftiger Drehmagnet mit Z-förmigem Anker ausgeführt, wie das Bild deutlich erkennen läßt. Die Einstellschraube über dem Magnetjoch dient zur Veränderung der einzuregulierenden Spannung. Die auf der Vorderseite des Drehschiebergehäuses auf dem Zapfen der durchgehenden Regulierwelle

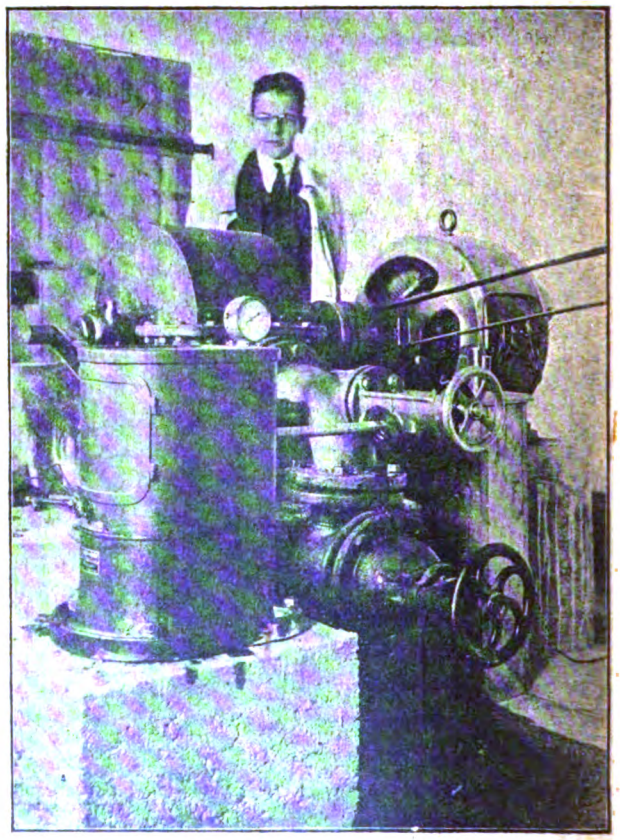


Abb. 3. Gleichstromanlage mit Thoma-Regler.

[5]) Über die Banki-Turbine s. Zeitschr. f. d. ges. Turbinenwesen 1918, H. 21, S. 181; Die Wasserkraft 1920, H. 3, S. 27.

[6]) Neufeldt & Kuhncke, Kiel.

[7]) Für diese Verhältnisse wäre die erstbeschriebene Regulierungsweise mit freilaufender Turbine natürlich ohne weiteres anzuwenden; die gezeigte Anlage ist jedoch längere Zeit vor dem Bekanntwerden meiner Konstruktion ausgeführt.

Digitized by Google

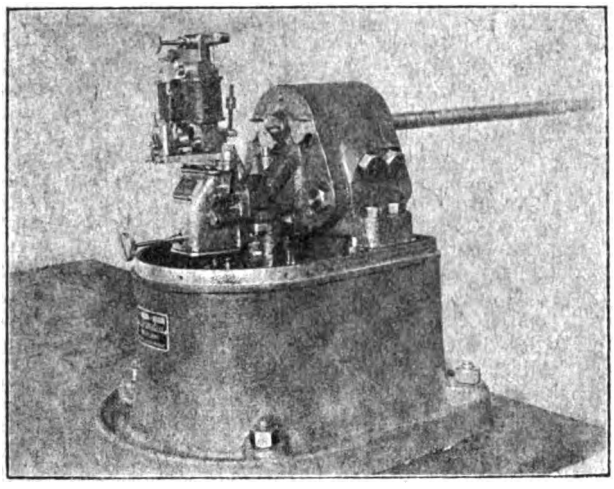


Abb. 4. Thoma-Regler für Gleichstromanlagen, offen.

sitzende unrunde Scheibe betätigt die Rückführung, indem sie eine Rückstellfeder spannt, die am Drehsystem angreift. Die Schraube am Steuerventil betätigt das Umlaufventil beim Übergang auf Handregelung. Der Gedanke, einen Öldruckregler mit beliebig ausführbarem Arbeitsvermögen bis zu 10 000 kg/m durch einen Spannungsmesser zu steuern, hat hier eine sehr gute, allgemein verwendbare, wie auch gerade für Gleichstromanlagen mit Turbinenantrieb außerordentlich passende Lösung gefunden.

Wie die vorstehenden Zeilen gezeigt haben mögen, ergeben sich durch die beschriebenen Vereinfachungen in der Regulierung, die dahin zielen, daß der gewollte Zweck: Konstanthaltung der Spannung, nicht erst auf Umwegen mit doppelten Hilfsmitteln (mechanisch und elektrisch) erreicht wird, sondern das unmittelbare Ziel einer „einstufigen" Regulierung bildet, erhebliche Verbilligungen in den Anlagekosten, die zu einer weiteren Verbreitung selbständiger Kleinanlagen führen werden.

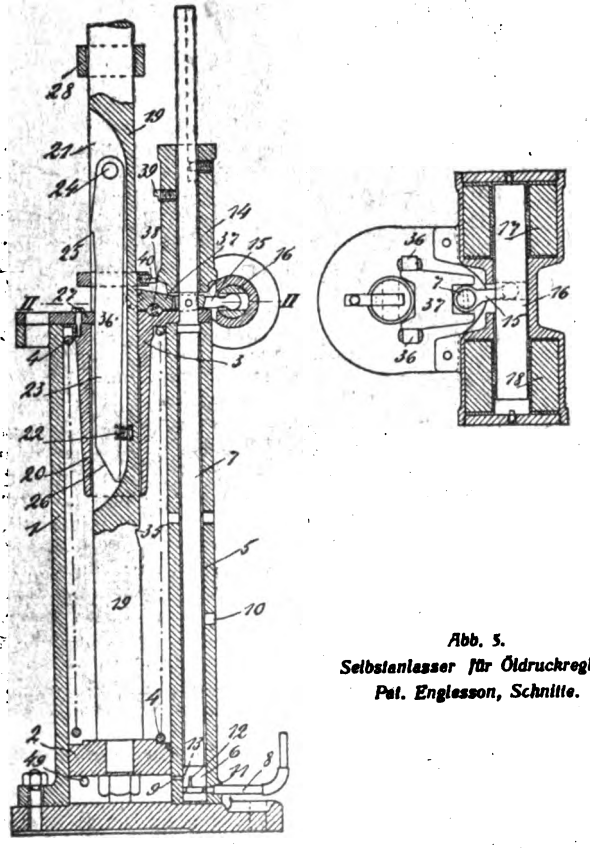


Abb. 5. Selbstanlasser für Öldruckregler. Pat. Englesson, Schnitte.

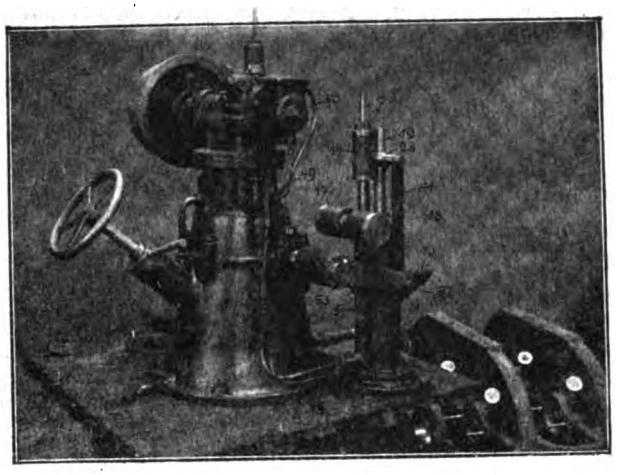


Abb. 6. Selbstanlasser Pat. Englesson zusammen mit Öldruckregler von Verkstaden, Kristinehamn.

Noch weitergehende Betriebsvereinfachungen lassen sich bei solchen und ähnlichen Kleinanlagen für den Fall vorsehen, wo die Wasserkraft etwas abseits vom Verbrauchsort der Leistung liegt: es können Einrichtungen zum Anlassen und Abstellen der Anlage aus der Ferne vom Verbrauchsort aus oder sogar zum ganz selbsttätigen Anlaufen und Stehenbleiben bei Beginn und Ende der Lichtzeit in Abhängigkeit von einer einfachen astronomischen Schaltuhr getroffen werden, oder Beides zusammen in Fällen, wo Licht und gelegentlich Kraft gebraucht wird: für gewöhnlich kann das Anlaufen und Schließen der Turbine durch die Uhr selbsttätig erfolgen, bei Kraftbedarf untertags vermittelst Druckknopf-Fernsteuerung. Solche automatische Anlagen sind nach einem Patent von Chef-Ingenieur Englesson in Schweden mehrfach gebaut worden. Die hierzu nötige Einrichtung, die als Zusatz zu einem normalen Turbinenregler angebracht wird, zeigt die Abb. 5 im Schnitt und 6 in Ansicht zusammen mit dem Regler. In dem Zylinder 1 gleitet der Kolben 2, durch eine Spiralfeder 4 nach abwärts gedrückt. Neben diesem Zylinder befindet sich ein Ventilgehäuse 5 mit Ventil 6, dessen Verlängerung die Spindel 7 bildet. Durch das Rohr 8 wird Drucköl aus dem Windkessel des Reglers zugeführt, während von 10 das Öl in den Saugraum des Reglers zurückströmt. Das Ventil 6 selbst besitzt eine Ringnut 11, an die ein axialer Kanal 12 anschließt, so daß bei einer gewissen Drehung des Ventiles durch die Ring-

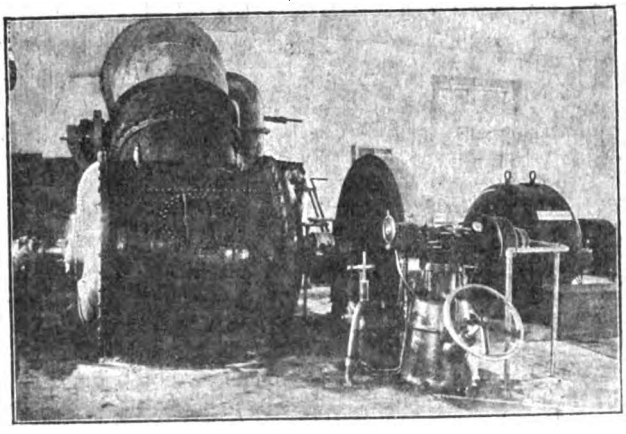


Abb. 7. Automatisches Kraftwerk Lustebo.

Digitized by Google

nut 11 und den Kanal 12 das Drucköl von 8 durch die Bohrung 9 unter den Kolben 2 treten kann. Ein zweiter Kanal 13 im Ventilkörper verbindet in der gezeichneten Ventilstellung den Raum unter dem Kolben über Bohrung 9 mit dem Raum über dem Steuerkolben und läßt das Öl unter dem Kolben bei dessen Niedergang durch die Federkraft über den Ablauf 10 zurückströmen. Mit der Ventilspindel 7 fest verbunden ist ein Arm 15, der durch zwei Magnetspulen 17, 18 vermittelst des Eisenkernes 16 in der einen oder anderen Richtung gelenkt wird und dabei den Ventilkörper 6 verdreht. Diese Anordnung ist auch aus der Abb. 6 deutlich erkennbar. In der in Abb. 5 gezeichneten Lage sei die Turbine in Betrieb. Wenn nun die Magnetspule 18 aus der Ferne durch einen Betätigungsschalter, eine Schaltuhr oder dergl. erregt wird und den Kern 16 einzieht, wird die Spindel und durch sie das Ventil 6 so gedreht, daß Drucköl aus 8 über 11 und 12 durch 9 unter den Kolben 2 tritt und diesen entgegen der Feder 4 hebt. Dabei greift die Nase 40 der Kolbenstange 19 unter die Nase 39 des auf der Ventilspindel verschiebbaren Gewichtes 14 und hebt dasselbe, so daß der Sperrhaken 37 entlastet wird und sich unter Wirkung der Feder 36 aufrichtet und gegen die Kolbenstange 19 anlegt. Bei dem weiteren stetigen Steigen der Kolbenstange tritt schließlich der Sperrhaken in die Kerbe 35 der Kolbenstange; damit hat aber auch der Kolben den rohrförmigen Anschlag 20 erreicht und sein Steigen beendet. Zugleich hat auch der Bund auf der Kolbenstange den Ring 28 erreicht, der mit der Regulierwelle der Turbine so verbunden ist, daß seine höchste Stellung der Schlußlage der Leitschaufeln entspricht. Am Regler ist ein zusätzlicher mit dem Raum unter dem Kolben 2 durch die Bohrung 49 und Rohr verbundener kleiner Zylinder 50 angebracht, der beim Eintreten des Drucköles unter den Kolben den Regler vermittelst seiner Rückführung, durch Muffenverschiebung oder sonstwie auf Schließen gestellt hat. Der Kolben wird durch den Sperrhaken 35 in seiner oberen Lage gehalten, der Bund an der Kolbenstange, der sich unter die Hülse 28 gelegt hat, verhindert nun ein Öffnen des Reguliergetriebes der Turbine auch beim Nachlassen des Öldruckes in der Leitung 8 oder dem Schließ-Zylinder 50. Beim Steigen der Kolbenstange 19 geht das abgeschrägte untere Ende 26 des Armes 23 am Anschlag 27 vorbei, weshalb der Arm 23, nachdem die Einkerbung 25 die Hülse 28 passiert hat, durch die Feder 22 nach vorn gedrückt wird, so daß die Kolbenstange durch die Kerbe 25 mit der Hülse 28 gekuppelt ist. In dieser Lage bleiben alle Teile bei geschlossener Turbine, bis zwecks Inbetriebsetzung der Anlage nun die andere Spule 17 erregt wird und durch Einziehen des Kernes 16 die Ventilspindel zurückdreht, so daß der Kanal 13 im Ventilkörper 6 den unter dem Kolben 2 stehenden Öl den Weg durch den Ablauf 10 freigibt. Mit der Ventilspindel 7 hat sich auch das gegen Verdrehen gesicherte Gewicht 14 mitgedreht, seine Nase 39 gleitet von dem Vorsprung 40 an der Kolbenstange, der ja das Gewicht mit hochgenommen hatte, ab und das fallende Gewicht schlägt den Sperrhaken 37 aus der Kerbe 35 der Kolbenstange, die nun freigegeben ist und unter der Wirkung der Feder nach unten geht und das Öl herauspreßt. Der Arm 23 zieht mittelst der Einkerbung 25 den Ring 28 mit nach unten und dreht dabei durch die Stange 51 und Hebel 52 die Regulierwelle 53 auf Öffnen der Turbine, die nun anläuft. Beim weiteren Sinken der Kolbenstange wird der Arm 23 durch die schräge Fläche 26, die dann an den Anschlag 27 kommt, von ihm zurückgedrängt, so daß die Kerbe 25 unter dem Ring 28 durchgleitet, mithin diesen von der Kolbenstange 19 loskuppelt und die Reglerwelle 53 der Herrschaft des Reglers überläßt, der mittlerweile durch die anlaufende Turbine Druck bekommen hat.

Diese ebenso sinnreiche wie einfache Anordnung ist bereits mehrfach zur Ausführung gelangt. Die Abb. 7 gibt das Innere des Kraftwerkes Lustebo in Schweden wieder mit einer Kesselturbine von 200 PS Leistung, unmittelbar mit einem Drehstromgenerator gekuppelt, im Vordergrund

Abb. 8. „Auf so einfache Weise wird jetzt eine Turbinenanlage angelassen und abgestellt."

den Turbinenregler mit selbsttätigem Anlasser der beschriebenen Ausführung (Karlstads Mekaniska Verkstad, Verkstaden i Kristinehamn). Ähnlich ausgerüstet ist mit weiteren interessanten Einzelheiten das asynchrone Kraftwerk Thyfors III mit 100 kW. Leistung, als unbedientes Zusatzwerk in 1,2 km Entfernung vom Hauptwerk ausgeführt, bei welchem nicht nur das Anlassen und Abstellen der Turbine, sondern auch das Zu- und Abschalten des Generators vom Hauptwerk aus über einen Betätigungsumschalter rein selbsttätig ausgeführt wird.[8]) Die Bedeutung dieser Automatisierung ist so weit, daß sogar das Inbetrieb- und Außerbetriebsetzen ohne Zutun von Hand abends und morgens selbsttätig durch eine Schaltuhr erfolgt, abgesehen von der häufigen Anwendbarkeit in Fällen, wo die Wasserkraft z. B. in einer Schlucht etwas abseits von den Stromverbrauchern liegt und eine Fernbetätigung von dort aus erfolgen soll, wird auch bei uns wohl noch geschätzt werden, zumal wenn Vereinfachungen und Verbilligungen angebracht werden, welche eine Fernbedienung auch bei Anlagen ohne Öldruckregler (also reglerlose Anlagen oder solche mit direkter Regulierung) zulassen. Dann kann das hübsche, mit gesundem Humor entworfene Reklamebildchen der Verkstaden, Abb. 8, volle Geltung auch bei uns und bei kleinsten Anlagen finden und, wie der schwedische Prospekt hervorhebt, „unabhängig machen vom Achtstundentag". — Es können noch die verschiedensten zusätzlichen Einrichtungen zur Sicherung des automatischen Betriebes getroffen werden, z. B. kann ein Kontakt-Tachometer bei Überschreitung der höchstzulässigen Drehzahl oder ein Kontakt-Spannungsmesser bei zu hoher Spannung (und damit auch zugleich bei zu hoher Drehzahl), ferner Kontakt-Thermometer bei unzulässiger Erwärmung der Lager oder der elektrischen Anlagenteile das Stillsetzen besorgen oder es kann das Anlassen selbsttätig erfolgen, wenn ein anderes Werk voll belastet ist, kurz, es lassen sich alle erdenklichen Betätigungsmöglichkeiten damit oder mit ähnlichen Einrichtungen besorgen.[9])

Zwei wichtige Gesichtspunkte, die zur Verbilligung und Verbreitung der kleinen örtlichen und Eigenversorgungsanlagen erheblich beizutragen in der Lage sind, dürfen am Schluß noch kurz erwähnt werden, ohne daß im einzelnen darauf näher eingegangen werden kann.

Es ist dies zunächst in solchen Fällen, wo die Konstanthaltung der Drehzahl aus irgendwelchen Gründen not-

[8]) Sjöberg, Om avståndsmanövrerade Vattenkraftstationer. Aseas Egen Tidning. Västerås 1922.

[9]) Über mehr oder weniger selbsttätige Anlagen s. auch: E. & M. 1921, H. 48, S. 589; E. T. Z. 1920, H. 41, S. 815; E. & M. 1922, H. 43, S. 150; E. T. Z. 1922, H. 34, S. 1085.

Digitized by Google

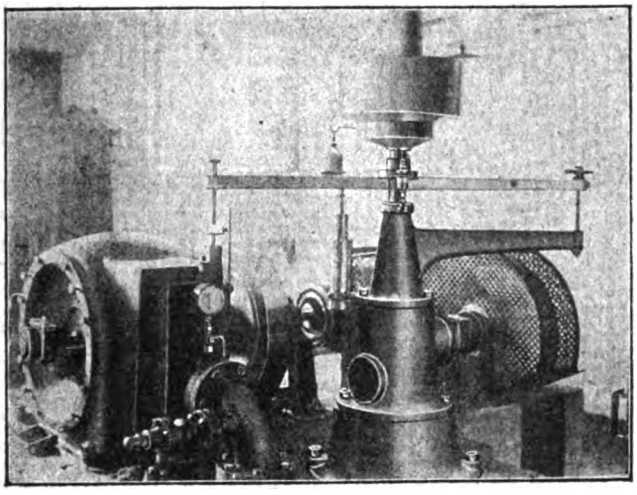


Abb. 9. Peltonturbine mit direkter Regulierung.

wendig ist (z. B. bei kleinen Drehstromanlagen)[10]) und Freistrahlturbinen zur Verwendung kommen können, die eine verhältnismäßig geringe Regulierarbeit erfordern, die Anwendung direkt wirkender Regler, wie sie früher in manchen Fällen mit Erfolg angewendet wurde (von Rüsch, Voith u. a.), aber bei uns wieder ganz vernachlässigt wurde, während in England heute noch bei passenden Gelegenheiten gern davon Gebrauch gemacht wird. Auch schwedische Turbinenfabriken bauen kleinere Turbinen mit direkter Regulierung und man hat dort diese Ausführung sogar auf Francisturbinen übertragen. Eine ältere Anlage von ca. 30 PS Leistung unter 300 m Gefälle zeigt die Abb. 9, die Regulierzunge wird hier von einem allerdings ziemlich mächtigen, durch Riemen getriebenen Pendel unmittelbar verstellt. Die Anlage hat sich trotz ihrer unbestrittenen Einfachheit lange Jahre hindurch bestens bewährt, obwohl erhebliche Belastungsschwankungen vorkamen.

Ähnlich sind von Rüsch früher Girardturbinen mit direkter Regulierung ausgeführt worden. Englische Firmen bauen mit Vorliebe direkt regulierte Peltonturbinen mit Strahlablenkern bis zu größeren Leistungen, wie sie eben überall da am Platz sind, wo keine Aufspeicherung des Betriebswassers nötig ist. So wird in „El. Rev." 1920 eine Eigenanlage in Schottland beschrieben, in welcher eine Peltonturbine für 88,3 HP Leistung unter rd. 81 m Gefälle durch einen empfindlichen Axenregler reguliert wird, welcher unmittelbar auf den Strahlablenker wirkt. Die Handregulierung durch die Düsennadel dient nur zur Anpassung des Wasserverbrauches an die Zuflußmenge in Zeiten verringerter Wasserführung. Eine von derselben englischen Firma ausgeführte Anlage mit 33 HP-Peltonturbine und Axenregler mit direkt beherrschtem Strahlablenker ist in der gleichen Zeitschrift 1921 besprochen, so daß man wohl sagen kann, es handle sich bei direkter Strahlablenkerregulierung um eine in England normale Konstruktion; die Zeitschrift nennt als Hersteller der beiden erwähnten Anlagen die Firma Gilkes & Co. in Kendal.

Während bei Freistrahlturbinen dank der geringen notwendigen Verstellkraft — es kommt hauptsächlich die Stopfbüchsenreibung bezw. die Reibung an den Paßflächen der Düsenzungen in Frage, deren tunlichste Beschränkung noch dankbare Konstruktionsaufgaben bietet und deren Mühe sich gerade im Hinblick auf die Wichtigkeit billige Kleinanlagen herstellen zu können und auf deren reichliches Absatzgebiet lohnt — die Möglichkeit direkter Füllungsregulierung unschwer zu erreichen ist, verbietet sich dies bei Francisturbinen im Hinblick auf die erheblichen Reibungs- und Klemmungswiderstände des Drehschaufelmechanismus von selbst. Hier kann aber im Interesse der Verbilligung wenigstens überall da, wo ein Wassersparen zwecklos ist und die Füllungsregulierung damit ihren Zweck verliert, mit anderen Mitteln direkt vom Pendel aus reguliert werden. Das einfachste Mittel ist die Anwendung der Poebing'schen staufreien Regulierung (sog. Esibe-Regulierung) derart, daß der fast völlig entlastete Verteilschieber unmittelbar an die Turbine (Spiralgehäuse) angebaut oder in die Turbine eingebaut wird. Ein zweites Mittel, das der Verfolgung wert ist, liegt in der Belüftung des Saugrohres. Durch ein meist als Axenregler ausgeführtes Pendel wird bei verschiedenen älteren Ausführungen eine Drosselklappe oder ein Ringschieber gesteuert, der den Luftzutritt hinter das Laufrad regelt. Läßt man den Wirkungsgrad-Abfall, der durch Belüftung des Saugrohres entsteht, unberücksichtigt und rechnet man nur mit der Gefällsverminderung, sowie mit einer Leerlaufdrehzahl n' vom rd. 1,65 fachen der normalen Drehzahl n bei voller Öffnung, so ergibt die bekannte Beziehung $n'/n = \sqrt{H'}/\sqrt{H}$ für die Forderung, daß die Leerlaufdrehzahl gleich der normalen Drehzahl sein soll, hierfür ein nötiges Gefälle von

$$H' = \frac{n'^2}{1{,}65^2 \cdot n^2} \cdot H = \text{rd. } 0{,}365\ H,$$

d. h. es müssen dann rd. 0,635 des ganzen Gefälles durch die Belüftung vernichtet werden oder das Sauggefälle muß mindestens 63% des ganzen Gefälles sein. Rechnet man noch mit der Verminderung des Wirkungsgrades, so kann man mit der Luftregulierung überall da durchkommen, wo das Sauggefälle etwa ⅓ oder etwas weniger des Gefälles ausmacht, also bei Gefällen bis zu etwa 15 m. Besonders bei Spiral- und Kesselturbinen ergibt sich damit eine außerordentlich einfache und billige Ausführung. Die Leerlaufdrehzahl ist oben nur mit dem 1,65 fachen eingesetzt, weil die Turbine noch den gekuppelten oder mit Riemen getriebenen erregten Generator anzutreiben hat, mithin nie ganz leer läuft, sondern auch bei Leerlauf des Generators noch mit etwa 6—8% ihrer normalen Leistung zur Deckung der Luftreibungs- und Erregerverluste des Generators belastet ist.

Manche Versuche gehen auch dahin, bei Francisturbinen die Beaufschlagung direkt zu regulieren, indem das Laufrad durch einen Axenregler axial verschoben wird, wozu natürlich nur ein geringer Bruchteil der für die Verstellung der Leitschaufeln nötigen Verstellkraft aufzuwenden ist. In Schweden, wo man auch bei kleinen Anlagen hinsichtlich des Wirkungsgrades wie auch hinsichtlich des Wassersparens zu Aufspeicherungszwecken sehr verwöhnt ist — dort berühren sich die Gegensätze zwischen größten Wasserkräften und kleinen zur Speicherung zwingenden Wasserläufen ohne die bei uns häufigste mittlere Stufe — hat man verschiedene Lösungen dafür versucht. So ist bei einem schwedischen Vorschlag das Laufrad axial innerhalb des pumpenähnlich gehaltenen und nur mit einigen eingegossenen Führungsschaufeln versehenen Spiralgehäuses auf der Welle längs verschiebbar so, daß sich bei Vollast Laufradeintritt und Einlauf gegenüberstehen. Der Laufradboden besitzt einen manschettenartigen zylindrischen Ansatz mit einer Labyrinthdichtung am Ende, das ganze Laufrad wird von einem Axenregler, der auf einem der beiden Wellenenden angebracht ist, bei Drehzahlsteigerung gegen die Saugrohrseite hin verschoben, so daß durch die Manschette der Spiralgehäuse-Austritt entsprechend abgedeckt wird. Damit ist eine Füllungsregelung in einfacher Weise, wenn auch nicht mit veränderlichem Austrittswinkel aus dem Leitapparat, erreicht. Es steht auch nichts entgegen, anstelle der Manschette auf dem Laufradboden den zylindrisch gehaltenen äußeren Laufradkranz zu nehmen, der dann nur lang genug auszubilden ist, und dementsprechend die Verschiebung des Laufrades bei Entlastung in entgegengesetzter Richtung, gegen die Deckelseite zu, vorzunehmen. Unter Umständen kann

[10]) Drehstromanlagen sind überall dort am Platze, wo auf einen späteren Zusammenschluss mit der Überlandversorgung gerechnet werden kann, wenn steigender Verbrauch oder sonstige geänderte Verhältnisse die eigene Leistung überschreiten.

Digitized by Google

auch die von Haasson gewählte Lösung nach einer schwedischen Patentanmeldung einen gangbaren Weg zeigen, weshalb sie in Abb. 10 kurz wiedergegeben sei. Die Beaufschlagung erfolgt durch eine axial verstellbare Düse 3, die zur Handregelung mittelst der Schnecke 5 und Gewinde dient. Das eigenartig geformte Laufrad 2 mit den Schaufeln 1, eine Zwischenform zwischen Francis- und Zentrifugalturbine, sitzt auf einem Schacht 8, dessen rückwärtiges Schraubengewinde in die mit dem Schwungrad 9 fest verbundene Mutter 10 eingeschraubt ist. Das Schwungrad sitzt auf der Hohlwelle 15, die in 16 gelagert ist und ein Spurlager 17 trägt. Der Schaft 8 und das Schwungrad bezw. die kraftabgebenden Teile sind nur durch eine starke Schraubenfeder 11 miteinander verbunden, deren Kraft entgegen der Schaft 8 nebst Laufrad von der Einströmung weg in das Schwungrad hineingeschraubt werden kann. Diese Schraubenfeder überträgt das vom Wasser dem Laufrad zugeleitete Drehmoment also auf die kraftabgebenden mit dem Schwungrad verbundenen Teile. Bei normalem Drehmoment, also normaler Drehzahl, hält die Federkraft der Schraubenfeder mit dem von Schaft 8 auf die Mutter 10 zu übertragenden Drehmoment das Gleichgewicht und der Schaft 8 ist dabei so weit in die Mutter 10 eingeschraubt, daß der Spalt zwischen dem Einlauf 3 und dem Laufradkörper 2 die volle Beaufschlagung freigibt. Nimmt das zu übertragende Drehmoment ab, so schraubt die Feder 11, in der nun kein Gleichgewichtszustand mehr besteht, den Schaft 8 aus der Mutter 10 heraus gegen den Einlauf zu, die Beaufschlagung verringert sich, bis wieder Gleichgewicht zwischen dem ins Laufrad eingeleiteten Drehmoment und dem auf der Schwungradseite abgeleiteten Drehmoment besteht. Bei Belastungszunahme umgekehrt wird die Schraubenfeder stärker zusammengedreht und das Laufrad vom Einlauf weggeschraubt. Die Lösung ist wegen des Fehlens eines Pendels bemerkenswert, die Axialverschiebung könnte ebenso wie bei der vorher beschriebenen Konstruktion auch durch ein Pendel bewerkstelligt werden, ebenso wie umgekehrt an eine Axialverschiebung eines Laufrades ohne Pendel durch Schraubenfeder und Gewinde gedacht werden kann. Es kommt nur darauf an, die einfachste und billigste Lösung zu finden. Eine neue Möglichkeit direkter Regulierung mittelst Axenreglers bieten die „Propellerturbinen" mit verstellbaren Laufradschaufeln, wie sie in der Kaplan.Storekturbine[11]) in die Praxis getreten sind. Bereits 1919 hat Professor Kaplan eine kleine Spiralturbine mit direkt von einem Axenregler verstellten Laufradschaufeln gebaut, Abb. 11, wobei die Handregelung der Leitschaufeln nur zum Anlassen bezw. Abstellen oder zur Einstellung eines gewünschten Wasserdurchlasses dient, während die Geschwindigkeitsregelung ausschließlich dem Axenregler obliegt, und die eifrige Verfolgung des Gedankens der drehbaren Laufradschaufeln und der durch sie zu bewirkenden Geschwindigkeitsregelung von verschiedenen Seiten zeugt für die Bedeutung, die man ihr zumißt, wenn auch bisher wohl nicht unter dem Gesichtspunkt der direkten Regulierung. Es ergibt sich bei Anwendung drehbarer Laufradschaufeln, die heute keine allzu großen konstruktiven und betriebstechnischen Schwierigkeiten bieten[12]) und von mehreren Lizenzfirmen der Kaplan-Patente mit Erfolg ausgeführt sind, auch die Möglichkeit, Turbinen mit vertikaler Welle vermittelst Axenreglers direkt zu beherrschen, was bei Francisturbinen auch unter Zugrundelegung der Konstruktion nach Abb. 10 nicht möglich ist.

Man darf bei kleineren Eigenanlagen die Regulierbedingungen für die Turbinen nicht allzu scharf fassen, wenn sich durch Anwendung irgend einer passenden vereinfachten Regulierung Verbilligungen ergeben. Solange

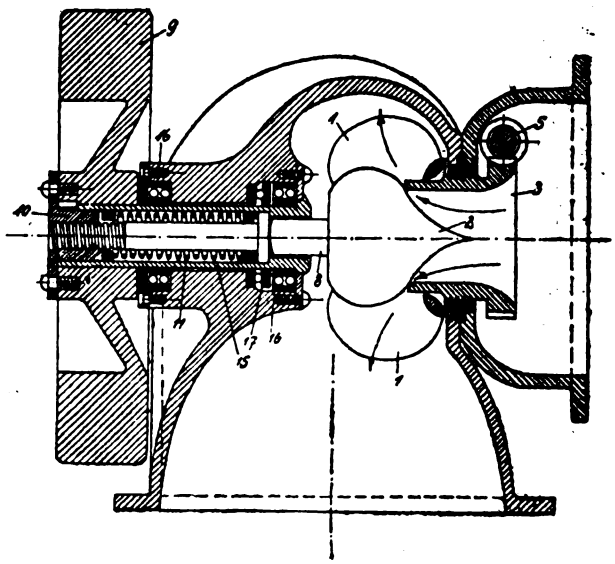


Abb. 10. Selbstregelnde Turbine nach Haasson.

— um eine mathematische Form zu gebrauchen — bei Gleichstromanlagen **der Preis** für „Turbine mit einfachster Regulierung + Generator + gutem selbsttätigen Spannungsregler" niedriger ist als die Summe für „Turbine + Öldruckregler + Compoundgenerator", hat es keinen wirtschaftlich zu rechtfertigenden Zweck, die Drehzahl aufs genaueste konstant zu halten, wenn die Spannung auch bei schwankender Drehzahl um vielleicht + 10% noch durch den Spannungsregler allein in der wünschenswerten Weise und ebenso gut konstant gehalten werden kann. Wir kommen hier wieder zurück auf den Leitsatz zu Anfang der Ausführungen: der alleinige Endzweck ist die Lieferung konstanter Spannung auf die billigste Art; wie sich Turbine und Dynamo darein teilen, ist unerheblich, nur muß nach Möglichkeit ein Doppel von Einrichtungen vermieden werden. Bei Drehstromanlagen ist die Freizügigkeit nicht so groß, man ist an einigermaßen konstante Drehzahl gebunden, wenn auch Schwankungen von + 5% und selbst mehr praktisch gar nicht stören, da ohnedies ein selbsttätiger und von der Turbinenregulierung ganz unabhängiger Spannungsregler vorhanden sein muß mit Rücksicht auf den hier nicht bestehenden alleinigen Zusammenhang zwischen Spannung und Drehzahl. Es soll dies besonders betont sein, da tatsächlich manchmal die falsche Meinung besteht, man könne auch bei Drehstromanlagen die Spannungsregulierung von der Turbinenöffnung abhängig machen. Für

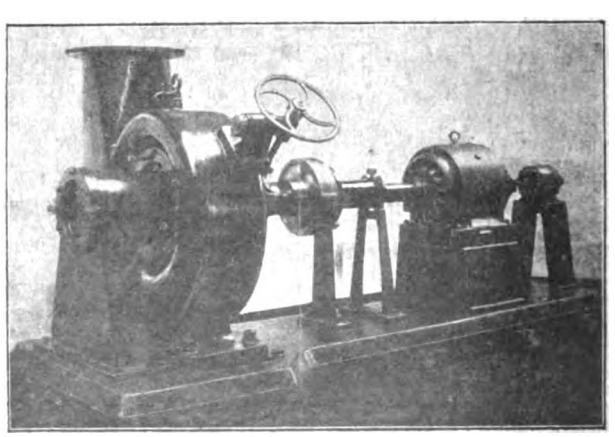


Abb. 11. Kleine Kaplan-Spiralturbine.

[11]) Über die Kaplanturbine vgl. diese Zeitschr. 1919, Heft 17, S. 158; 1920, H. 8, S. 29; 1922, H. 20, S. 381; ferner „Die Kaplanturbine in Ausführung und Verwendung", Z. d. V. d. I. 1921, H. 40/41, S. 1035/1066; Prof. Budau, Die Entwicklung der Wasserturbinen in den letzten 15 Jahren, diese Z. 1922, H. 11. S. 198.

[12]) vgl. die erwähnte Veröffentlichung des Verf., Z. d. V. d. I. 1921 H. 40, S. 1037.

Digitized by Google

Drehstromanlagen gilt also, nachdem einmal doppelte Regulierung nötig ist, nur die Forderung, daß „Turbine + Geschwindigkeitsregler + Generator + selbsttätiger Spannungsregler" ein Minimum kosten darf oder nach Fortlassung der konstanten Glieder: Kostenminimum für „selbsttätigen Geschwindigkeitsregler + selbsttätigen Spannungsregler". Es kann also auch z. B. die etwas gröbere Saugrohrbelüftung bei Drehstromanlagen angewendet werden. Was bei uns noch fehlt, um in vielen Fällen mit weniger empfindlichen Turbinenreglern auskommen zu können, ist ein kleiner verhältnismäßig billiger und einfacher selbsttätiger Spannungs-Schnellregler guter Empfindlichkeit, etwa in der Qualität des Dick-Reglers der österreichischen Siemens-Schuckertwerke. In dem Zusammenarbeiten zwischen Turbinen-Fachmann und Elektriker liegt auch hier bei den Kleinanlagen der Kern zu guten und billigen Lösungen.

Der zweite noch anzudeutende Gesichtspunkt ist die Wärme-Ausnutzung[13]) in Kleinkraftanlagen. Wo die Wasserkraft ausreichend ist, sollte man daran denken, für möglichst konstante Vollbelastung zu sorgen und alle nicht für Licht und Kraft gebrauchte Energie in der stets wiedergewinnbaren Form von Wärme aufzuspeichern derart, daß sowohl die zeitweilig benützten Heizapparate (Kocheinrichtungen u. dergl.) wie auch Wärmespeicher sozusagen als „nützliche elektrische Brennregler" wirken. Als Wärmespeicher kommen einzelne Wassererhitzer, elektrische Speicher-Badeöfen und zentralisierte Warmwasserbereiter ebenso in Frage wie im Winter Speicher-Zimmeröfen oder ein elektrischer Speicherkessel für die Zentralheizung, der entweder allein oder neben dem üblichen befeuerten Heizkessel die Heizung besorgt. Man kann ohne besondere Schwierigkeiten die Heizanlage so gestalten, daß selbsttätig stets so viel einzelne Heizkörper oder Heizelemente eines Kessels eingeschaltet werden, daß die Belastung der Stromerzeugungsstelle konstant bleibt, daß also tatsächlich jede nicht für Licht oder Kraft benötigte Kilowattstunde nutzbar zur unmittelbaren Heizung verwendet oder in Form von Wärme aufgespeichert wird.

Unter Berücksichtigung der üblichen Wirkungsgrade, d. h. bei Zimmeröfen des Verhältnisses zwischen dem Heizwert des Brennstoffes einerseits und der an den zu heizenden Raum nutzbar abgegebenen Wärmemenge andererseits von etwa 0,30 bezw. bei Zentralheizungskesseln zwischen dem Heizwert des Brennstoffes einerseits und der an den Wasserinhalt der Heizung andererseits abgegebenen Wärmemenge mit etwa 0,60 ist folgender Vergleich von Bedeutung: ein elektrischer Ofen zur Raumheizung hat tatsächlich 100% Wirkungsgrad, da ja die gesamte zugeführte Energie in Form von Wärme in den ihn rings umgebenden Raum ausströmen muß und keinerlei Wärmeverlust durch den Schornstein oder an das Mauerwerk möglich ist. Den Heizwert von 1 kg Holz mit 3800 WE angesetzt, ergibt sich, daß ein cbm Holz bei Zimmerheizung durch etwa 1000 kWh ersetzt werden kann. — Nehmen wir einen mit Koks von 6500 WE gefeuerten Zentralheizungskessel in Vergleich mit einem elektrisch beheizten Kessel von nur 90% Wirkungsgrad, so vermag 1 t Koks durch etwa 5000 kWh mit gleicher Wirkung ersetzt zu werden. Ein großes Einzelhaus mit Zentralheizung, das täglich 3 Ztr. = 150 kg Koks verheizt, kann ebenso mit einem Aufwand von 750 kWh geheizt werden, entsprechend einer 24stündigen **Dauerheizung** mit rund 31 kW Leistungsaufnahme. Unter Berücksichtigung der schwankenden Heizungsstromaufnahme entsprechend den Schwankungen des übrigen Verbrauches wäre also eine Wasserkraftanlage von etwa 45—50 kW Leistung in der Lage, die Gesamtversorgung eines solchen Hauses mit etwa 20—30 beheizten Räumen für Licht, Kraft und Wärme auf rein elektrischem Weg zu versehen. Wie

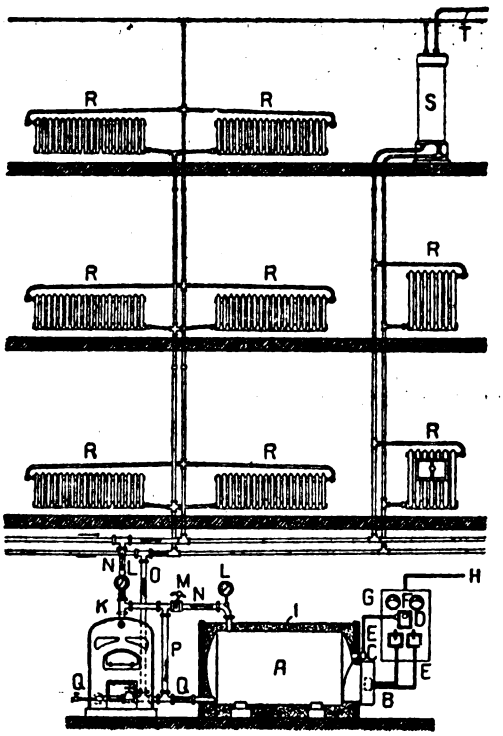


Abb. 12. Zentralheizung mit elektrischem Wärmespeicherkessel.

A Elektrischer Akkumulierkessel, B Elektrischer Heizeinsatz, C Temperaturkontakt, D Automatischer Schalter mit Temperatur-Einstellvorrichtung, E Handschalter, F Amperemeter (D, E, F auf Schalttafel G vereinigt), H Stromzuführung, I Isolierung, K mit Brennstoff geheizter Kessel, L Thermometer, M Mischventil, N Heizwasser-Vorlaufleitung, O Heizwasser-Rücklaufleitung, P Umführungsleitung, Q Entleerungen, R Radiatoren, S Expansionsgefäß, T Überlauf.

außerordentlich einfach sich die Umänderung einer vorhandenen Zentralheizungsanlage für elektrische Zusatzheizung gestaltet — wobei natürlich auch die elektrische Heizung die Hauptheizung sein kann und die Kokskessel die Reserve bilden können — zeigt z. B. die Abb. 12 aus einem Aufsatz von Hottinger in der „Schweiz. Bauztg." 1920. Neben dem üblichen Heizkessel einer Warmwasserheizung steht rechts ein elektrischer Kessel für Speicherung, der nur mit zwei Rohranschlüssen an den Vor- und Rücklauf der Heizanlage angeschlossen ist und durch die kleine Schalttafel an der Wand zum Teil automatisch bedient wird. Es lassen sich ohne weiteres selbsttätige Schaltvorrichtungen anbringen, welche den Kessel nur etwa während der Nacht oder sonst zu Zeiten niedrigen Tarifes zuschalten oder welche ihn umgekehrt während der Höchstverbrauchszeit (Sperrzeit) abschalten, ebenso Vorrichtungen, welche bei Überschreitung einer höchsten Wassertemperatur aus- und bei Unterschreitung einer Minimaltemperatur wieder einschalten. Die gesamte übrige, etwa schon vorhandene, Warmwasserheizungsanlage bleibt unverändert bestehen. Noch etwas günstiger wird der Leistungsverbrauch mit einzelnen elektrischen Heizöfen, die auch als Speicheröfen ausgeführt werden, zur Raumbeheizung. Selbst wenn die vorhandene Wasserkraft nicht zur alleinigen Versorgung der Heizung ausreicht, ist mit einer nur zu den Zeiten von Stromüberfluß in Tätigkeit stehenden Zusatzheizung viel erreicht, und wenn sie auch nur während der Nachtstunden die Räume warm hält oder in Speicheröfen bezw. in dem Wasservorrat der Zentralheizung festgehalten wird. Die Frage, inwieweit sich die Einrichtung elektrischer Heizung lohnt und ob eventl. die Kraftanlage mit Rücksicht auf die Heizung größer bemessen werden soll, als es der Licht- und Kraftbedarf allein erfordert, ist eine reine Rechnungsfrage.

[13]) Hier ist die Frage der elektr. Heizung nur insoweit gestreift, als sie für Eigen-Anlagen in Betracht kommt. Was im Folgenden kurz gesagt ist, gewinnt aber weitgehendes Interesse unter der Einwirkung der neuerlichen französischen Besetzungen und Raubpläne, deren Folgen hinsichtlich Kohle und Koks tunlichst kompensiert werden müssen.

Digitized by Google

die Verzinsung und Abschreibung des auf die Heizanlage einschl. dazu etwa geplanter Vergrößerung der Kraftanlage entfallenden Betrages muß eben geringer sein als die Ersparnis, die sich an Holz oder Kohle ergibt und unschwer vorausberechnen läßt. Die im Sommer freie Überschußenergie kann, da der Heizbedarf für Koch- und Nutzwasserzwecke gering ist, im Verhältnis zu jenem für die winterliche Raumheizung, für eine Kühlanlage — wenn auch nur zu einem kleinen Teil — Verwendung finden. Wenn Landwirtschaftsbetrieb vorhanden ist, dann findet auch die Sommerkraft restlose Abnahme für motorische Betriebe, für elektrische Futterkonservierung und — was häufig anzuwenden wäre — für elektrische Akkumulatorenfahrzeuge, seien es Schleppwagen zum Anhängen von landwirtschaftlichen oder anderen Lastfahrzeugen, Last- oder Personenfahrzeuge für den örtlichen Verkehr, deren Betrieb sich weit billiger stellt als bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, zum Futterkochen usw.

Die Wichtigkeit richtiger Durchbildung auch kleiner Wasserkraftanlagen in allen ihren Teilen, hinsichtlich der Erzeugerstation — deren wichtigster Faktor die günstigste Wahl der anzuwendenden Regulierung ist — wie hinsichtlich der Verbrauchseinrichtungen besonders für die Überschußleistung, ist bei uns noch lange nicht genügend erkannt. Solange die Entwurfsbearbeitung nach der bei uns herrschenden Gepflogenheit durch einen in seinem Fach wohl recht tüchtigen Elektro-Installationsmann allein oder durch einen Turbinenfachmann allein geschieht, wobei der eine beim andern die seinem Wirkungskreis fern liegenden Teile anfragen und sich anbieten lassen muß, fehlt von vornherein die Einheitlichkeit, abgesehen von besonderen Vorkehrungen für Überschuß-Verwertung und dergl., dagegen zwingt die Scheu vor der Konkurrenz oft zu billigst scheinenden und deshalb nicht immer zweckmäßigen Vorschlägen. Auch solche Projekte, nicht nur Großkraftwerke, sind Sache eines vielseitigen, mit allen Möglichkeiten bekannten unparteiischen Sachverständigen, der den Gegenstand von der Turbine und vom Wasserbau bis zum letzten Vorschlag über Energieausnutzung beherrscht. Dessen Projektierungskosten machen sich dem Besteller bezahlt. Auch darin ist England und Amerika vorbildlich: fast bei jeder Beschreibung einer Anlage, und sei sie eine noch so kleine Eigenanlage, findet man die Bemerkung: „der Entwurf ist aufgestellt von dem beratenden Ingenieur ...“; und man muß leider sagen, daß diese kleinen Entwürfe viel besser durchgearbeitet sind nach allen Richtungen hin als das, was man bei uns meist sehen kann. Eine Vollkommenheit, d. h. billigste Ausnützung aller vorhandenen Möglichkeiten, kann nur erreicht werden, wenn der Entwurf der Gesamtanlage aus einer Hand stammt, die über den Einzelinteressen der Sonderfirmen steht und alle Möglichkeiten kennt.

Was hier dargestellt wurde, sind zum Teil Ausführungen, zum Teil Vorschläge und Gedanken, die jeweils in Bedarfsfällen Ausführung werden können. Die Ausführungen mögen als Vorbilder, die Gedanken als Anregungen zur weiteren Durcharbeitung dienen, denn die Mühen, welche auf Verbilligung und Verbreitung der Klein-Ausnutzung von Wasserkräften verwendet werden, sind für unser Vaterland wie auch für unsere Betätigung ins Ausland von größtem Wert.

Ufergrundstück und zugehöriger Wasserlaufanteil

Rechtsanwalt Dr. Werneburg, Berlin-Schöneberg.

Bei der Veräußerung von Ufergrundstücksparzellen kommt für die mit der Frage des Eigentumsüberganges an den Parzellen zusammenhängende Frage des rechtlichen Schicksales des daran angrenzenden Wasserlaufes zunächst in Betracht, ob der angrenzende Wasserlauf ein Wasserlauf erster Ordnung, oder ein Wasserlauf zweiter oder dritter Ordnung ist. Ist der an dem veräußerten oder zu veräußernden Grundstück vorbeifließende Wasserlauf ein Wasserlauf erster Ordnung, so bietet die ganze Frage keine Schwierigkeiten, da eben nach der gesetzlichen Bestimmung des § 7 W.-G. das Eigentum an den Wasserläufen erster Ordnung dem Staate zusteht. Grenzt also das zu veräußernde oder veräußerte Ufergrundstück an einen Wasserlauf erster Ordnung, so bildet das Ufer des Wasserlaufes auch die natürliche Grenze des Ufergrundstücks und das Eigentum an dem Ufergrundstück geht auch nur in dieser Begrenzung auf den Erwerber des Grundstücks über; das Flußbett, d. h. die mit dem Wasserlaufe erster Ordnung bedeckte Erdfläche, ist eben Eigentum des Staates zugleich mit dem darüber befindlichen Wasser, so daß privatrechtliches Eigentum hieran überhaupt nicht in Frage kommen kann.

Anders und wesentlich vielseitiger liegt die Sache dagegen dann, wenn das zu veräußernde Ufergrundstück an einen Wasserlauf zweiter oder dritter Ordnung angrenzt, da an derartigen Wasserläufen eben zivilrechtliches Eigentum ausschließlich in Frage kommt. Nach dem für diese privatrechtliche Eigentumsfrage in Betracht kommenden, maßgebenden § 8 W.-G. soll nämlich das Eigentum an diesen Wasserläufen zweiter und dritter Ordnung den Eigentümern der Ufergrundstücke (den Anliegern) anteilig zustehen, vorbehaltlich der Bestimmungen des § 9; letzteres bedeutet, daß, soweit bei Inkrafttreten des Wassergesetzes das Eigentum an Wasserläufen zweiter oder dritter Ordnung einem anderen als den Anliegern zusteht, es mit dem bisherigen Inhalte aufrecht erhalten bleiben soll (diese Fälle sollen hier außer Betracht bleiben). Es soll also nach dieser Bestimmung des § 8 W.-G. den Eigentümern der Ufergrundstücke das Eigentum an dem Wasserlauf zweiter oder dritter Ordnung anteilig zustehen, wobei besonders noch hervorzuheben ist, daß der Begriff des Wasserlaufes das Wasser und das Bett des Wasserlaufes, d. h. die mit Wasser bedeckte Erdoberfläche, umfaßt, beide jedoch als Wort „Wasserlauf“ als einheitlicher Rechtsgegenstand zu behandeln sind (Kom. B. A. H. S. 17). Wenn nun das Gesetz den Anliegern des Wasserlaufes zweiter oder dritter Ordnung das Eigentum an dem Wasserlauf (d. h. also am Bett nebst Wasser) „anteilig“ zuweist, so mußte es dementsprechend auch die Eigentumsgrenzen festlegen, damit jeder Anlieger eben weiß, welcher Anteil selbst ihm nunmehr zustehen soll. Das Gesetz unterscheidet bei dieser Grenzbestimmung des Wasserlaufes entsprechend der Natur der Sache einmal den Fall, daß die Ufergrundstücke einander gegenüber liegen und zweitens den Fall, daß die Ufergrundstücke nebeneinander liegen. Die Eigentumsgrenzen werden nämlich für gegenüber liegende Ufergrundstücke gemäß § 8 Abs. 1 Ziff. 1 W.-G. bestimmt durch eine Linie, die in der Stromrichtung des Wasserlaufes laufend, die Mitte des Wasserlaufes bei gewöhnlichem Wasserstande innehält; für nebeneinander liegende Ufergrundstücke wird diese Eigentumsgrenze gemäß Ziffer 2 bestimmt durch eine vom Schnittpunkte ihrer Grenzlinien mit der Uferlinie senkrecht zu der vorbezeichneten Mittellinie zu ziehenden Linie; die Uferlinie — d. h. die Grenze zwischen dem Wasserlaufe und dem Ufergrundstück — wird gemäß § 12 W.-G. durch die Grenze des Graswuchses und, soweit diese über dem gewöhnlichen Wasserstande liegt, durch den letzteren bestimmt.

Entsprechend dem Letztgesagten gehört also zu jedem Grundstück, das an einen Wasserlauf zweiter oder dritter Ordnung angrenzt, grundsätzlich ein Wasserlaufanteil dieses vorbeifließenden Wasserlaufes; die Grenzen dieses Wasserlaufanteiles werden gebildet einerseits durch die Mitte des Wasserlaufes und senkrecht hierzu von dem Schnittpunkte der Ufergrenze zu ziehende Linien. Das Eigentum an diesem Teile des Wasserlaufes zweiter oder dritter Ordnung, Wasserlaufanteil, steht dem Eigentümer des Ufer-

Digitized by Google

grundstückes zu, also mit anderen Worten, sowohl das Eigentum an diesem Ausschnitt der mit Wasser bedeckten Grundstückfläche, wie auch an dem darüber befindlichen Wasser des Wasserlaufs. Es entsteht nunmehr die Frage, welche rechtliche Natur diesem Wasserlaufanteil des Anliegers zukommt.

Der Abs. 5 des § 8 W.-G. bestimmt in dieser Beziehung, daß der Anteil des Anliegers am Wasserlaufe „Bestandteil des Ufergrundstücks" ist; hierzu wird in der Begründung (S. 60, 61) folgendes näher ausgeführt: „Der Entwurf binde den Eigentümer eines Wasserlaufes in der Verfügung über das Eigentumsrecht an keinerlei Schranken. Soweit Wasserläufe erster Ordnung in Betracht kämen, bedürfe dies keiner besonderen Begründung. Dagegen sei erwogen worden, ob nicht das den Anliegern als solchen an den Wasserläufen zustehende Eigentum untrennbar mit dem Ufergrundstück zu verbinden sei. Die Gründe, die für eine so tief greifende Einschränkung des Eigentumsrechtes angeführt werden könnten, seien jedoch nicht überzeugend. Insbesondere sei eine solche der grundsätzlichen Freiheit des Eigentumes widerstrebende Maßnahme weder notwendig, noch geeignet, um einer unerwünschten Monopolisierung der Wasserschätze vorzubeugen und für den Eigentümer die Möglichkeit einer Spekulation mit dem Eigentum am Wasserlauf auszuschließen. Abgesehen davon, daß durch Mitverkauf eines schmalen Uferstreifens der Anlieger die Vorschriften über die Untrennbarkeit des Eigentumes vom Ufergrundstück leicht würde umgehen können, sei nicht einzusehen, weshalb der Grundbesitzer verhindert werden solle, die auf seinem Grundstücke befindliche Wohlstandsquelle, wenn dies in unschädlicher Weise geschehen könne, so gut als möglich auszunutzen. Dies werde der Entwicklung der Wasserwirtschaft vielmehr eher förderlich als schädlich sein. Die getrennte Veräußerung und Belastung des Eigentumes solle daher auch hinsichtlich der im Eigentume der Anlieger stehenden Wasserläufe zulässig sein."

Aus diesen Ausführungen der Gesetzesbegründung ergibt sich mit unzweifelhafter Deutlichkeit, daß der Wasserlaufanteil eines Ufergrundstücks nicht wesentlicher Bestandteil des Ufergrundstücks im Sinne der Bestimmung des § 93 des Bürgerlichen Gesetzbuches ist, sondern lediglich Bestandteil des Ufergrundstücks; denn wesentliche Bestandteile einer Sache im Sinne des § 93 B. G. B. sind solche Bestandteile einer Sache, die voneinander nicht getrennt werden können, ohne daß der eine oder andere zerstört oder wesentlich verändert wird, sie können nach dieser Bestimmung nicht Gegenstand besonderer Rechte sein. Da aber eben nach Gesetzesbegründung (vgl. oben) gerade die getrennte Veräußerung und Belastung auch des im Eigentume des Anliegers stehenden Wasserlaufanteiles zulässig sein soll, der Wasserlaufanteil demgemäß Gegenstand besonderer Rechte (Eigentumes usw.) sein kann, so folgt daraus mit zwingender Notwendigkeit, daß derselbe eben nicht wesentlicher Bestandteil des Ufergrundstücks ist, sondern eben lediglich Bestandteil desselben. Steht also z. B. die Ufergrundstücksparzelle X im Eigentum des A, so gehört zu dieser Ufergrundstücksparzelle auch der Wasserlaufanteil (des vorbeifließenden Wasserlaufs zweiter oder dritter Ordnung), der in der oben gekennzeichneten Begrenzung mit Y bezeichnet werden soll. A kann nun, wenn er das will, seine Ufergrundstücksparzelle an B, den Wasserlaufanteil Y, der ja ebenfalls in seinem Eigentum steht, an C veräußern, so daß also nach erfolgter Veräußerung B Eigentümer lediglich der Ufergrundstücksparzelle X ist, während der hierzu gehörige Wasserlaufanteil Y im Eigentume des C steht; dasselbe gilt natürlich auch für die Belastung mit Hypotheken, Grundschulden oder anderen dinglichen Rechten.

Es soll nunmehr der weitere mögliche Fall behandelt werden, daß der Eigentümer A der Ufergrundstücksparzelle X diese an B veräußert, ohne daß der zu Grundstücksparzelle X gehörige Wasserlaufanteil Y irgendwie von den Parteien erwähnt oder in dem Veräußerungsvertrage (der der gerichtlichen oder notariellen Form bedarf) hervorgehoben worden ist. Es entsteht bei dieser Sachlage nämlich die Frage, ob der Wasserlaufanteil Y das rechtliche Schicksal der Ufergrundstücksparzelle X ohne weiteres teilt, so daß also, wenn diese Frage zu bejahen wäre, der Erwerber B mit dem Erwerbe des Eigentumes an der Grundstücksparzelle X auch ohne weiteres das Eigentum an dem Wasserlaufanteil Y erwerben würde. Die Entscheidung dieser Frage folgt nun ohne weiteres aus der oben gekennzeichneten Eigenschaft des Wasserlaufanteiles Y als Bestandteil der Uferparzelle X; denn kraft seiner Bestandteilqualität teilt eben der Wasserlaufanteil das rechtliche Schicksal des als Hauptsache geltenden Ufergrundstücks X, wie ohne weiteres aus der Bedeutung des Wortes „Bestandteil" erhellt. „Aus der Bestandteileigenschaft", so heißt es hierzu zutreffend in der Begründung (S. 61, cf. auch Holtz-Kreutz Kom. z. W.-G. § 8 Anm. 15), „folgt, daß der Wasserlaufanteil (hier Y), unbeschadet der Zulässigkeit getrennter Veräußerung sowohl des Ufergrundstücks wie des Wasserlaufes, mangels einer dahin gehenden besonderen Vereinbarung bei einer Veräußerung des Ufergrundstücks (hier X) dessen rechtliches Schicksal teilt, daß also das Eigentum am Wasserlauf auf den Erwerber des Ufergrundstücks (hier B) übergeht. Das wird auch im Zweifel dem Vertragswillen bei Veräußerung des Ufergrundstücks entsprechen." Falls also bezüglich des Wasserlaufanteiles Y in dem Veräußerungsvertrage zwischen A und B keine besondere ausdrückliche Bestimmung bezüglich der Wasserlaufanteilstrecke Y getroffen worden ist, geht demgemäß kraft des zu unterstellenden Parteiwillens mit dem Eigentum an der Ufergrundstücksparzelle X auch das Eigentum an der dazugehörigen Wasserlaufanteilstrecke Y auf den Erwerber B über, sodaß also nach erfolgter Grundstücksauflassung und grundbuchmäßiger Eintragung des B dieser nunmehr vollkommen an die Stelle von A getreten ist, also Eigentümer der Ufergrundstücksparzelle X nebst der hierzu gehörigen Wasserlaufstrecke Y geworden ist. Daß dieses Resultat als das naturgemäße und zweckmäßige zu gelten hat, liegt auf der Hand und bedarf keiner weiteren Erörterung. Andererseits folgt aus dem Gesagten, daß der Veräußerer und bisherige Eigentümer der Ufergrundstücksparzelle (A) sich sein Eigentumsrecht an der Wasserlaufstrecke auch bei der Veräußerung der Uferparzelle vorbehalten kann, wozu es jedoch einer ausdrücklichen Erklärung dem Erwerber gegenüber (seinem Gegenkontrahenten B gegenüber) bedarf. Ein Interesse an einem derartigen Ausschluß der Wasserlaufstrecke von dem Eigentumsübergange an dem Ufergrundstück auf den Erwerber wird der Veräußerer regelmäßig und insbesondere dann haben, wenn er ein Stauwerk an seiner Wasserlaufanteilstrecke zur Ausnutzung der Wasserkraft errichtet hat und unterhält. Das Bestehen einer derartigen Anlage kann jedoch m. E. bei Veräußerung der Ufergrundstücksparzelle ohne Erwähnung des Wasserlaufanteiles in dem Veräußerungsvertrage nicht dazu führen, daß man als Vertragswillen den Ausschluß dieses Wasserlaufanteiles von der Veräußerung unterstellt, insbesondere dann nicht, wenn der Wert der Stauanlagen in dem Verkaufspreise der Grundstücksparzelle mitberücksichtigt, bzw. miteinkalkuliert worden ist; denn bei einer derartigen Mitberücksichtigung des Wertes der Stauanlagen in dem Grundstückskaufpreise ist eben anzunehmen, daß der Wasserlaufanteil als Bestandteil des Grundstücks mit zur Veräußerung gelangen sollte, anderenfalls doch eben die Stauanlage für den Erwerber regelmäßig keinen Wert haben würde.

Bezüglich des Staurechtes ist nämlich auf den § 40 W.-G. hinzuweisen, aus dem sich ergibt, daß einerseits das Eigentum an Wasserläufen ein privatrechtliches Eigentum in vollem Umfange ist, andrerseits das Staurecht ein privatrechtliches Recht an diesem Wasserlauf darstellt, das aus dem Eigentum an dem Wasserlauf ohne weiteres resultiert. Nach Holtz-Kreutz (§ 40 Anm. 1 Kom. z. W.-G.) ist dieses dem Eigentümer als solchem zustehende Benutzungsrecht jedoch — im Gegensatze zu dem durch Verleihung erworbenen Benutzungsrecht (ein solches kommt hier nicht in Betracht) und dem Zwangsrechte — kein frei veräußerliches Vermögensrecht und soll grundsätzlich nicht ohne das Eigentum an dem Wasserlauf auf andere übertragen werden können,

Digitized by Google

es sei denn, daß es nach § 86 sichergestellt ist. Diesem Grundsatze, daß also das Staurecht als mit dem Eigentum an dem Wasserlauf verbundenes (d. h. aus diesem Eigentum an dem Wasserlauf ohne weiteres resultierendes Recht) nur zusammen mit dem Wasserlaufanteil veräußert werden kann, ist m. E. beizustimmen; es gilt hier dasselbe, was oben zu dem Verhältnis zwischen Ufergrundstück und dem dazugehörigen Wasserlaufanteil gesagt wurde, nämlich, daß ersteres Hauptsache, letzterer Bestandteil dieser Hauptsache ist. Wenn also in dem oben erwähnten Beispiel der Veräußerer und bisherige Eigentümer der Ufergrundstücksparzelle X, A, die Ufergrundstücksparzelle an B veräußert, so fällt unter diese Veräußerer und den Eigentumserwerb des B nicht nur diese Parzelle X, sondern auch der dazugehörige (begrenzte, s. oben) Wasserlaufanteil Y (falls nicht etwas Gegenteiliges zwischen A und B ausdrücklich vereinbart worden ist); damit geht auch das Recht zur Benutzung dieser Wasserlaufstrecke auf B über, insbesondere also das Recht zur Stauung des Wasserlaufes, so daß also mit anderen Worten B vollkommen in die frühere Rechtsstellung des A eintritt. (Die Bestimmung des § 86 W.-G. schafft die Möglichkeit, das Wasserbenutzungsrecht durch Beschluß der Verleihungsbehörde sicherstellen zu lassen, wodurch das so sichergestellte Recht einem verliehenen Recht gleich steht; im Wege der Verleihung kann nämlich der Eigentümer des Wasserlaufes die ihm unbequemen Schranken der §§ 41—44 W.-G. zum Wegfall bringen, so daß also bei Verleihung sein Wasserbenutzungsrecht einen erweiterten Inhalt bekommt.) Hierzu bemerkenswert sind auch die Ausführungen der Begründung (S. 62), in denen darauf hingewiesen wird, daß bei einer getrennten Veräußerung des Wasserlaufes (vgl. oben) der Eigentümer natürlich nicht mehr Rechte übertragen könne, als er sie selbst habe. Wolle der Erwerber über die dem Eigentümer als solchem zustehenden Rechte zur Benutzung des Wasserlaufes hinaus diesen in einer Weise benutzen, die den Vorschriften der §§ 41 ff. zuwiderlaufen, so bedürfe er der Verleihung. Dem ist selbstverständlich beizustimmen, da der Erwerber betreffs des Staurechtes eben vollkommen in die Rechtsstellung seines Rechtsvorgängers, des Veräußerers A, eintritt; wenn aber dieser den Weg der Verleihung beschreiten muß, um Erweiterungen seines Staurechtes usw. zu erlangen, so gilt das gleiche natürlich auch für den Rechtsnachfolger. Für das Staurecht, d. h. das Recht, durch Hemmung des Wasserlaufes eine dauernde Ansammlung von Wasser herbeizuführen, kommt übrigens eine Erweiterung doch regelmäßig nicht in Betracht, so daß eine Verleihung regelmäßig nicht in Frage kommt; das Staurecht resultiert eben, wie bemerkt, schon ohne weiteres aus dem Eigentum an dem Wasserlaufanteil.

Es wurde bereits oben ausgeführt, daß eine getrennte Veräußerung von Ufergrundstück und dem dazu als Bestandteil gehörigen Wasserlaufanteil an sich rechtlich möglich ist, da eben der Wasserlaufanteil lediglich Bestandteil des Ufergrundstücks ist. Diese getrennte Veräußerung des Eigentumes am Wasserlaufe wird, wie in der Begründung zutreffend hervorgehoben wird, nur in seltenen Fällen praktisch werden; Holtz-Kreutz (S. 62) weisen hierzu darauf hin, daß die getrennte Veräußerung wohl nur in der Weise vorkommen werde, daß der Anlieger auf der einen Seite von dem Eigentümer des gegenüberliegenden Ufergrundstücks dessen Anteil am Wasserlauf erwirbt, um über diesen in seiner ganzen Breite verfügen zu können.

Aus der Bestandteilsqualität des Wasserlaufes zu dem in Betracht kommenden Ufergrundstück des Anliegers ergeben sich auch hinsichtlich der Belastung mit dinglichen Rechten, namentlich also Hypotheken, wichtige Folgerungen, insofern nämlich, als die das Ufergrundstück belastenden dinglichen Rechte sich kraft Gesetzes auch auf den Wasserlaufanteil erstrecken (Güthe, J. M. Bl. 1914 S. 492 ff.). Dieser kraft Gesetzes eintretende Erfolg kann nur durch eine entsprechende anderweitige Vereinbarung der Parteien des Belastungsvertrages ausgeschlossen werden, eine alleinige Erklärung des Eigentümers des Ufergrundstücks genügt nicht.

Bezüglich der grundbuchmäßigen Rechtslage ergibt sich bei den gedachten Fällen, daß das Ufergrundstück im Grundbuch eingetragen steht, während das bezüglich des als Bestandteil geltenden Wasserlaufanteiles (d. h. der mit Wasser bedeckten Grundstücksfläche) nicht der Fall ist. Um die hierdurch entstehenden Schwierigkeiten auszuräumen, bestimmt der § 13 W.-G., daß der Wasserlauf im Grundbuch eingetragen werden kann, jedoch nur auf Antrag des Eigentümers oder eines Berechtigten. Nach Abs. 2 dieser Bestimmung ist, wenn die Eintragung des dem Anlieger gehörenden Anteiles an einem Wasserlaufe beantragt wird, dieser im Grundbuch nach den Grundsteuerbüchern, falls er aber in diesen nicht verzeichnet ist, nur als Anteil an dem Wasserlaufe zu bezeichnen. Nach Holtz-Kreutz (§ 13 Anm. 1) soll eine Verfügung des Eigentümers über den Wasserlauf oder einen Wasserlaufanteil für sich allein erst nach vorgängiger Eintragung selbiger im Grundbuch zulässig sein, weil der Wasserlauf ein Grundstück ist und daher mangels einer anderweitigen landesgesetzlichen Vorschrift nur nach den Bestimmungen des bürgerlichen Rechtes (§§ 873 ff. B. G. B.) über ihn verfügt werden kann. Dagegen bedarf es nach diesen Autoren der Eintragung nicht, wenn über einen Wasserlauf zweiter oder dritter Ordnung nur zusammen mit dem zugehörigen Ufergrundstück als dessen Bestandteil verfügt werden soll. Diesen Ausführungen wird man mit Rücksicht auf die Grundstücksnatur des Wasserlaufes zweiter oder dritter Ordnung, bzw. Wasserlaufanteiles zustimmen müssen. Wie Güthe (a. a. O.) zutreffend ausführt, folgt aus der Grundstücksnatur (2. od. 3. Ordnung), daß sich die Anlegung der Grundbücher für sie und die Wasserlaufanteile grundsätzlich nach den Bestimmungen richtet, die das geltende Recht für die Anlegung von Grundbuchblättern für Grundstücke gibt. Es sind nach ihm zwei Fälle zu unterscheiden, einmal der Fall, daß der Wasserlaufanteil gemäß § 8 Abs. 5 als Bestandteil des Ufergrundstücks zu buchen ist und zweitens der Fall, daß der Eigentümer des Ufergrundstücks die selbständige Buchung des Wasserlaufanteils beantragt. In ersterem Falle wird auf dem Blatte des Ufergrundstücks der Wasserlaufanteil unter einer besonderen Nummer in Spalte 1—10 des Bestandsverzeichnisses, bei den in den Steuerbüchern nicht verzeichneten Wasserlaufanteilen in Spalte 1 und 7, eingetragen. Nach der Eintragung des Wasserlaufanteiles sind die sich auf diese Eintragung und die Eintragung des Ufergrundstücks beziehenden Vermerke in Spalte 1—10 des Bestandsverzeichnisses rot zu unterstreichen. Das durch die Zuschreibung neu entstandene Grundstück ist unter einer neuen laufenden Nummer des Bestandsverzeichnisses einzutragen, neben dieser Nummer ist in Spalte 2 auf die bisherigen laufenden Nummern der beteiligten Grundstücke zu verweisen; in Spalte 12 ist die Anlegung des Grundbuchs für den Wasserlaufanteil sowie dessen Zuschreibung als Bestandteil zu dem Ufergrundstück zu vermerken. In dem zweiten Falle beantragt der Eigentümer des Ufergrundstücks die selbständige Buchung des Wasserlaufanteiles, wobei die Gestaltung darin besteht, daß der Eigentümer das zu einem einheitlichen Grundstück gewordene Ufer- und Wasserland in zwei Teile zerlegt, wodurch die Bestandteilseigenschaft des Wasserlaufanteiles beseitigt wird (vgl. oben und Begr. S. 68). In der Begründung wird hierzu ausgeführt: Das Gesetz gestattet aber auch, daß der Wasserlaufanteil auf Antrag als selbständiges Grundstück, sei es auf demselben Grundbuchblatte mit dem Ufergrundstück, sei es auf einem besonderen Blatte, eingetragen wird. Ob die eine oder die andere Form der Eintragung gewählt wird, ist für den Fall einer getrennten Veräußerung oder getrennten Belastung des Wasserlaufanteiles von Bedeutung. Beides läßt sich ohne weiteres im Grundbuch vermerken, wenn der Anteil als selbständiges Grundstück unter eigener Nummer eingetragen ist. Anderenfalls (wenn der Wasserlaufanteil einen Teil des aus dem Ufergrundstück und Wasserlauf bestehenden Gesamtgrundstücks bildet), muß im Falle der getrennten Veräußerung der Wasserlaufanteil zum Zwecke der Abschreibung und Buchung als selbständiges Grundstück vermessen und kartiert werden.

Digitized by Google

Rundschau

Vereine — Versammlungen

Tagung des Zentralvereins für deutsche Binnenschiffahrt e. V. Berlin-Charlottenburg und der Hafenbautechnischen Gesellschaft e. V. Hamburg in Regensburg.

Am 25. und 26. Mai findet in Regensburg die gemeinsame Tagung des Zentralvereins für deutsche Binnenschiffahrt, e. V., Berlin-Charlottenburg, und der Hafenbautechnischen Gesellschaft e. V., Hamburg, statt.

Vorbemerkungen:

Anmeldungen haben bis spätestens zum 21. Mai bei dem Stadtrat Regensburg, Rathaus, Zimmer Nr. 29, zu erfolgen. Die Unterbringung der Teilnehmer geschieht in den einzelnen Gasthöfen durch Vermittlung des Stadtrates. Preise für 1 Bett (unverbindlich, jedoch größtenteils die Steuer eingerechnet) M. 6000 bis 2500. Der genaue Tag des Eintreffens und die Dauer der Zimmerbenützung ist bei der Anmeldung anzugeben.

Auskünfte erteilt eine, ab Donnerstag, den 24. Mai, vormittags am Bahnhof Regensburg eingerichtete Empfangsstelle.

Bei den Besichtigungen wird seitens der Gesellschaften, Bauherren und Unternehmer jegliche Haftung für Unfälle abgelehnt. Etwaige Gesuche der Ausländer zwecks Aufenthaltsbewilligung sind an das Polizeiamt II in Regensburg zu richten.

Tagesordnung:

Donnerstag, den 24. Mai

7 Uhr: Begrüßungsbierabend im „Bischofshof", Krauterer Markt 3.

Freitag, den 25. Mai

10 Uhr vormittags: Eröffnung der gemeinsamen Hauptversammlung im „Neuen Hause", Arnulfplatz. — Ab 10 Uhr 45 Min. Vorträge: „Die süddeutschen Wasserstraßen und ihre Hafenanlagen". „Die Beziehungen Süddeutschlands zu den deutschen Seehäfen." Anschließend gemeinsames Frühstück.

Nachmittags: Besichtigungen.

7 Uhr 30 Min. gemeinsames Abendessen.

Sonnabend, den 26. Mai

Besichtigungen.

Sonntag, den 27. Mai

Hauptversammlung des Bayerischen Kanal- und Schiffahrts-Verein in Deggendorf. — Bei längerem Aufenthalt in Bayern ist Gelegenheit gegeben: am Mittwoch, den 23. Mai in Bamberg, und am Sonntag, den 27. Mai in München an interessanten Besichtigungen teilzunehmen.

Geschäftlicher Teil der Hauptversammlung des Zentralvereins für deutsche Binnenschiffahrt.

Donnerstag, den 25. Mai.

Sitzung des Verwaltungsrates im Rathause Regensburg, Zimmer 13.

Freitag, den 26. Mai

Hauptversammlung im Nebensaal des „Neuen Hauses", Arnulfplatz.

Tagesordnung:

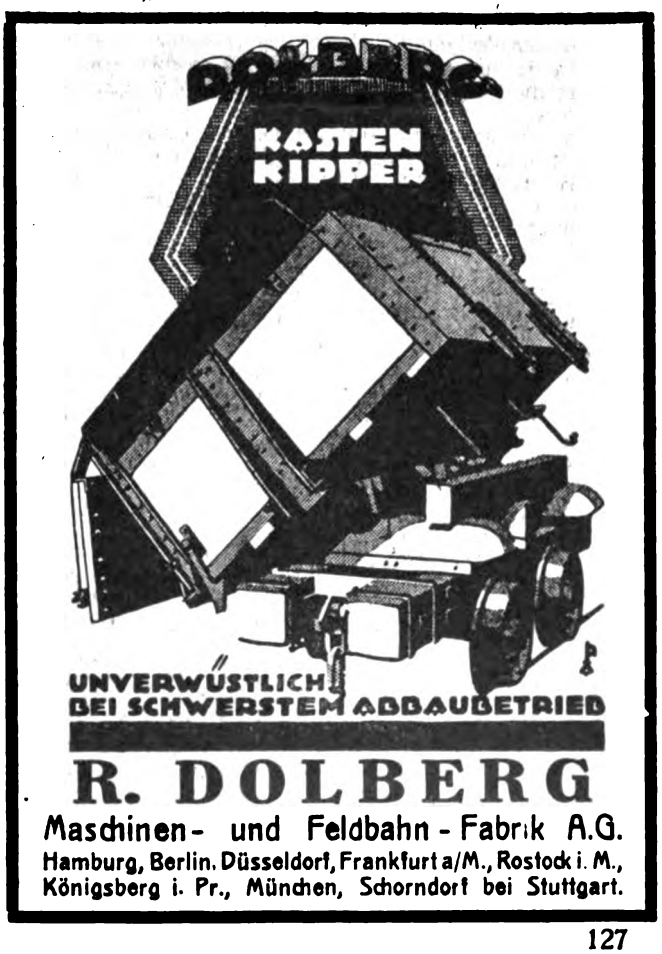
1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Erstattung des Geschäftsberichts für das Jahr 1922 (Berichterstatter: der Geschäftsführer).
3. Bericht über die Finanzgebarung des Zentralvereins im Jahre 1922.
4. Bericht über die Prüfung der Jahresrechnung 1922 und Entlastungserteilung (Berichterstatter: Rechnungsprüfer).
5. Neuwahlen der Rechnungsprüfer für das Jahr 1923.
6. Beschlußfassung über Mitgliederbeiträge und entsprechende Satzungsänderung.
7. Ersatzwahlen zum Verwaltungsrat.
8. Wahlen von Einzelmitgliedern zum Großen Ausschuß.

Wasserkraftnutzung

Der Ausbau der Wasserkräfte des Untermains. Für den Ausbau des Untermains ist eine Gesellschaft im Entstehen begriffen, an der sich Frankfurt wahrscheinlich mit 50 Mill. Aktienkapital beteiligen wird. Durch den Ausbau soll in erster Linie eine bessere Fahrrinne nach dem Rheine geschaffen, dann aber auch eine möglichst große Ausnützung der dabei gewonnenen elektrischen Kräfte ermöglicht werden.

Eine neue **Hochdruckturbine** wird von Gilbert, Gilkes & Co., Kendal, England, unter dem Namen „Turgo" auf den Markt gebracht. Sie ist eine Kegelturbine mit radialer Eintrittskante, stellt sich daher gewissermaßen als Partialgirardturbine dar. Ihre Beaufschlagung erfolgt durch einen Rundstrahl mit Nadelregelung. Der Strahldurchmesser beträgt $^1/_6$ bis $^1/_5$ des Laufradeintritt-Durchmessers. Die Laufradschaufeln sind in die Radkränze eingegossen, bieten aber dem Wasser eine günstige Führung. Die Turbine wird mit horizontaler oder vertikaler Welle gebaut. Eine von A. H. Gibson, Professor an der Universität Manchester, ausgeführte Bremsung einer 125 PS.-Turbine ergab bei einem Gefälle von 66.7 m eine Drehzahl von 640 U/min., wobei sich bei $^5/_5$, $^4/_5$, $^1/_2$ und $^1/_5$ Belastung der Reihe nach Wirkungsgrade von 80, 83,5, 80 und 75 vom Hundert ergaben.

(Bulletin technique de la suisse romande, Bd. 48, Nr. 23, 1922, nach „E. u. M.")



Digitized by Google

Eine Wasserbau-Versuchsanstalt bei Podbaba. Laut einer Meldung der „Prager Presse" wird bei Podbaba eine Wasserbau-Versuchsanstalt errichtet werden. Den Versuchen werden dienen: ein Tarierungskanal von 150 m Länge, 2.5 m Breite und 2 m Tiefe, der das Parterre des Anstaltsgebäudes durchfließen wird; ferner zwei Kanäle im ersten Stock des Anstaltsgebäudes, und zwar die 28 m lange, 1 m breite und 1.5 bzw. 0.8 m tiefe hydraulische Rinne und die gleich lange, 3.7 m breite und 1 m tiefe Flußbaurinne. Der Tarierungskanal erhält sein Wasser mittelbar aus dem Schleusenkanal der Moldau, die beiden Rinnen werden mit reinem Brunnenwasser gespeist. Außerhalb des Anstaltsgebäudes wird noch ein zweiter, größerer Kanal, der den Durchfluß von 6 Sekundenkubikmeter gestatten wird, für Versuchszwecke zur Verfügung sein. Das Projekt der Anstalt wird in nächster Zeit dem wasserrechtlichen Verfahren unterzogen werden; im Staatsvoranschlag für 1923 ist für die Errichtung der Anstalt ein Betrag von 350.000 tschech. Kr. vorgesehen.

Wasserstrassen

Personendampferfahrten auf dem Oberrhein. In Basel geht man mit der Absicht um, zwischen Basel und Rheinfelden den Personendampferbetrieb wieder aufzunehmen, vorläufig wenigstens nur für die Sommermonate. Schon in den Jahren 1908 bis 1914 führten auf der erwähnten Strecke zwei Personendampfer der Köln-Müllheimer Dampfschiffahrtsgesellschaft regelmäßige Personenfahrten aus, wobei jährlich durchschnittlich 45 000 Personen von der Fahrgelegenheit Gebrauch machten. Ab und zu wurden auch Sonderfahrten von Basel rheinabwärts nach Neuenburg, Breisach oder Straßburg ausgeführt. Die Strecke von Basel nach Rheinfelden ist ungefähr 15 km lang und wurde rheinaufwärts bei mehrmaligem Anlanden an Stationen in 2½ Stunden zurückgelegt. Große Aufmerksamkeit brachten die Passagiere jeweils der Durchschleusung in der Großschiffahrtsschleuse beim Kraftwerk Augst-Wyhlen entgegen. Die Fahrt von Basel nach Rheinfelden ist überaus lohnend, da dem Strome auf dieser Strecke die natürlichen Ufer erhalten sind und die Fahrt teilweise durch üppige Waldlandschaften geht. Ganz in der Nähe des Rheins bei der Augster Schleuse liegen die Überreste der einstigen großen, römischen Grenzstadt Augusta Rauricorum, darunter noch größere Teile eines Amphitheaters.

Schiffbare Gewässerstrecken der Schweiz. Der schweiz. Bundesrat hat einen Beschluß gefaßt betr. die Einteilung der schiffbaren oder noch schiffbar zu machenden Gewässerstrecken. Der Beschluß sieht vor, daß die schiffbaren oder noch schiffbar zu machenden Gewässerstrecken in zwei Klassen eingeteilt werden. In eine erste Klasse für die Wasserwege, für welche der 1000- bis 1200-Tonnenkahn in Betracht kommt und in eine zweite Klasse für Wasserwege, für die der 600-Tonnenkahn in Betracht fällt. In die erste Klasse werden eingereiht: a) Der Rhein von Basel bis zum Bodensee und der alte Rheinlauf vom Bodensee bis St. Margrethen. b) Die Aare von der Mündung in den Rhein bis zum Bielersee und die Zihl zwischen Bieler- und Neuenburgersee. c) Die Rhone von der Landesgrenze bis Genf, bzw. bis zum Genfersee. Die nachfolgend bezeichneten Gewässerstrecken sollen später in die erste oder die zweite Klasse eingereiht werden, wenn praktische Veranlassung dazu vorliegen wird: a) Der Tessin vom Langensee bis Bodio und die Tresa von der Landesgrenze bis zum Luganersee. b) Die Aare vom Bielersee bis Thunersee. c) Die Reuß von der Mündung in die

Lagerliste ab 12. Mai 1923.

I. Neue Drehstrom-Motore mit Kurzschluss-Anker und Kupferwicklung

St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	Nähere Bezeichnung ohne	Netto-Preis	St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	Nähere Bezeichnung ohne	Netto-Preis
2	1	220/380	1450	Pöge	Sterndr. Schalter	456000.—	9	2	220/380	950	Bergmann	Sterndr. Schalter	660000.—
2	1,5	220/380	1450	„	„	528000.—	2	3	190 330	1450	BEW Nürnberg	„	650000.—
2	2	220/380	1450	„	„	624000.—	2	3	220/380	1450	„ „	„	650000.—

II. Neue Drehstrom-Motore mit Schleifring-Anker und Kupferwicklung.

St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	Nähere Bezeichnung mit	Netto-Preis	St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	Nähere Bezeichnung mit	Netto-Preis
8	3,06	220/380	1450	Bergmann	Anlasser	940000.—	1	12,5	115/200	1450	Pöge	BAV Anlasser	2,724000.—
3	4	220/380	1450	Ziehl-Abegg	„	1,105000.—	1	12,5	220/380	1450	Ziehl-Abegg	„ „	2,724000.—
9	4,08	220/380	1450	Bergmann	„	1,105000.—	1	12,5	220/380	950	Bergmann	„ „	3,354000.—
2	5	220/380	1450	Pöge	„	1,255000.—	1	15	220/380	1450	Heidenau	„ „	3,066000.—
1	6,1	110/190	1450	Heidenau	„	1,716000.—	1	15	220/380	1450	Pöge	„ „	3,066000.—
1	6,1	220/380	1450	„	„	1,716000.—	1	15	220/380	950	Bergmann	„ „	3,762000.—
2	7,5	220/380	1450	Pöge	BAV „	1,944000.—	1	15	220/380	750	Maffei-Schw.	„ „	4,482000.—
1	10	220/380	1450	Bergmann	„ „	2,358000.—	1	20	220/380	1450	Pöge	„ „	3,708000.—
1	10	220/380	1450	Pöge	„ „	2,358000.—	1	25	220/380	1450	BEW Nürnberg	„ „	4,272000.—
1	10	120/210	1450	„	„ „	2,358000.—	1	30	220/380	1450	Pöge	„ „	4,896000.—

Elektromotor München
G. m. b. H.

Lindwurmstrasse 70a
Telefon 73671.

Digitized by Google

Aare bis zur Lorze-Mündung und Lorze-Mündung bis Vierwaldstättersee, direkt oder mit Verbindung über den Zugersee. d) Die Limmat von der Mündung in die Aare bis zum Zürichsee und die Linth zwischen Zürichsee und Wallensee, allenfalls an Stelle der Limmat die Glatt von der Mündung in den Rhein bis zum Greifensee mit Verbindung nach der Limmat. e) Die Broye zwischen Neuenburger- und Murtensee.

Der Beschluß schreibt vor, daß in den Plänen der Wasserkraftanlagen oder anderer Bauwerke der bereits in die zweite Klasse eingereihten Gewässerstrecken stets die Abmessungen des 1200-Tonnenkahns zugrunde gelegt werden müssen. Es bleibt späterer Beschlußfassung vorbehalten, ob der Rheinabschnitt im Kanton Graubünden an das schweizerische Binnenschiffahrtsnetz angeschlossen werden soll. Der Bundesrat wird im übrigen in jedem Fall prüfen, in welcher Weise den Anordnungen der Schiffahrt Rechnung zu tragen ist. Der Bundesratsbeschluß trat mit dem 1. April 1923 in Kraft.

Kurze Nachrichten

Wasserkraftnutzung

Bregenz (Vorarlberg). Die neugegründete Vorarlberger Landes-Elektrizitäts-A.-G. will zunächst den Ausbau der unteren Stufe des Gampadelzwerkes vornehmen. Der Gampadelzbach wird auf 1077 m Höhe gefaßt und das Wasser durch einen 1138 m langen Stollen einem 33 000 m³ fassenden Ausgleichsweiher zugeführt, von wo es durch eine 798 m lange, eiserne Rohrleitung dem Maschinenhaus in Tschagguns zugeleitet wird. Im Maschinenhaus kommen drei Apparate mit einer Gesamtleistung von 8400 kW zur Aufstellung. Der Ausbau der oberen Stufe, die das Wasser des aufgestauten Tilisunasees ausnützen soll, erfolgt später. Die Kosten des Gampadelzwerkes stellen sich auf 2 925 000 Goldkronen, die teils durch Aktien, teils durch Darlehen aufgebracht werden.

Tschecho-Slovakei. Der Landesausschuß der Markgrafschaft Mähren beabsichtigt, im Verein mit den Nordmährischen Elektrizitätswerken eine Wasserkraftanlage in der Stillen Teß bei Winkelsdorf-Reutenhau zu erbauen. Die Anlage sieht einen Staudamm von 10 m über Talsohle, eine als Betonrohr ausgeführte Oberwasserleitung, und eine 300 m lange Druckrohrleitung vor. Das Gefälle beträgt 130 m, die Wassermenge 1,7 m³/sec. Zur Aufstellung gelangen Spiralfrancisturbinen mit direkt gekuppelten Drehstromerzeugern.

Geschäftliches

Neckar-Goldanleihe. In unserem Anzeigenteil wird zur Zeichnung auf die erste Serie der 5proz. Goldanleihe der Neckar-Aktiengesellschaft in Stuttgart eingeladen, die vom 7.—24. Mai zum Preis von 93½% zum Verkauf gelangt. Die Anleihe ist zur Bestreitung der Mittel für die Fertigstellung der beiden ertragreichsten Kraftwerke der Neckarkanalisierung, nämlich bei Neckarsulm unterhalb Heilbronn und bei Wieblingen, unterhalb Heidelberg, bestimmt, die Ende 1924 bzw. Mitte 1925 dem Betrieb übergeben werden können und eine Leistungsfähigkeit von zusammen über 60 Millionen Kilowattstunden haben werden. Die Anleihe wird vom Jahre 1928 ab durch jährliche Rückzahlung von mindestens 1 Prozent des gesamten Betrages getilgt. Die Schuldverschreibungen lauten auf den Geldwert von 10½, 21, 42, 105 und 420 Goldmark, wobei 4,20 Goldmark = 1 Dollar gerechnet werden. Die Zeichner der Anleihe haben ihre Zahlungen in deutscher Reichswährung zu leisten, und zwar für je 4,20 Goldmark = 1 Dollar denjenigen Betrag, der dem letzten amtlichen Dollarkurs vor dem Zeichnungstag, abgerundet auf 50 M. nach unten, entspricht. Ebenso bemessen sich die von der Gesellschaft bei

Digitized by Google

Verzinsung und Tilgung zu leistenden Zahlungen nach dem Geldwert des Dollars. Damit stellt die Anleihe die beste wertbeständige Geldanlage dar, denn der Wert des eingezahlten Geldes bleibt dauernd erhalten. Außerdem wirft die Neckar-Goldanleihe aber auch eine hohe, wertbeständige Rente ab, was beim Ankauf von Devisen und sogen. Sachwerten nicht der Fall ist. Für Kapital und Zinsen der Anleihe haben das Deutsche Reich und die Länder Württemberg, Baden und Hessen die gesamtschuldnerische Bürgschaft übernommen. Die Teilschuldverschreibungen sind daher im ganzen Deutschen Reich zur Anlage von Mündelgeld geeignet. Zudem wird die Anleihe auf den Kraftwerken Neckarsulm und Wieblingen dinglich sichergestellt werden. Deren Vollendung ist durch Verpflichtungen des Reichs, Württembergs und Badens gewährleistet.

Kraftwerke Haag A.-G. Die a.-o. Generalversammlung am 24. Februar beschloß die Erhöhung des Grundkapitals um 15 Mill. M., welche unter Ausschluß des gesetzlichen Bezugsrechtes von einem Konsortium übernommen und zum Ausbau des Soyensee-Werkes der Gesellschaft verwendet werden.

Neugründungen. Mit dem Sitze in Pfarrkirchen wurde eine Rottkraftwerk-A.-G. gegründet. Dieselbe wird die Wasserkraft der Rott bei der Lindenmühle zu einem Elektrizitätswerk ausnützen und ausbauen. Zum Vorsitzenden des Aufsichtsrates wurde Rechtsanwalt Stögmayer in Pfarrkirchen und zum Vorstand der Gesellschaft Oberingenieur Kitt gewählt.

— Glotterwerk A.-G. in Freiburg i. Br. Gegenstand dieses neugegründeten Unternehmens ist die Ausnutzung der Wasserkraft der Glotter und zu diesem Zweck Erwerb und Verwertung der staatlichen Genehmigung, die Errichtung der geeigneten Anlagen sowie von Anlagen und Einrichtungen für Benutzung der Wasserkraft. Das Grundkapital beträgt 7 Mill. M.

Literatur

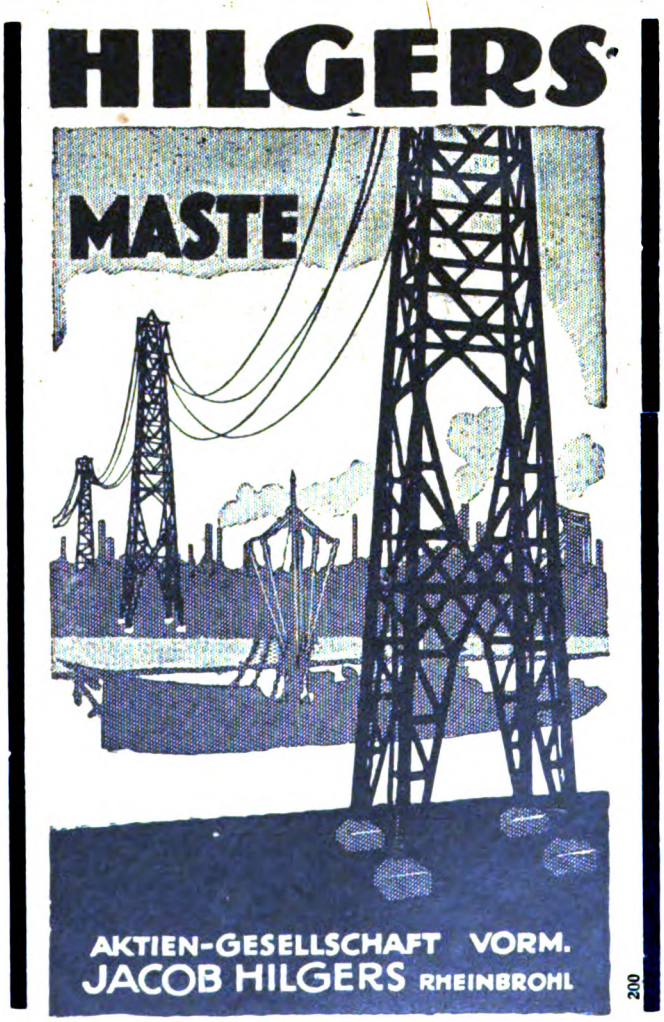
Zeitschriftenschau.

Wasserbau. Turbulente Bewegung des Wassers in offenen Gerinnen. Von Dr. Ing. Krey, Charlottenburg. „Zentralblatt d. Bauverw." 1923, No. 3/4, S. 13/14. 3 Abb. (Erläuterung über das Wesen der turbulenten oder Flecht- und der laminaren oder Bandströmung und die praktische Auswirkung von Wirbeln.)

Besprechungen

„Die österr. Elektrizitätsgesetze und Verordnungen" für für den praktischen Gebrauch zusammengestellt und erläutert von Ministerialrat Dr. Gustav Pokorny, erschienen 1922 bei Hölder-Pichler A.-G., Wien-Leipzig.

Das von berufenster Seite hergestellte Werkchen enthält alle für das Elektrizitätswesen in Österreich geltenden Gesetze, Verordnungen und Vollzugserlasse, vor allem das Bundesgesetz vom 7. Juni 1922 über elektrische Anlagen (Elektrizitätswegegesetz) mit erläuternden Bemerkungen und die Durchführungsbestimmungen hiezu (Starkstromverordnung), ferner die Ministerialverordnung vom 11. Mai 1922 über das konzessionierte Gewerbe der Herstellung elektrischer Starkstromanlagen (Elektroinstallation) wiederum



Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 11 | **München, 1. Juni 1923** | **18. Jahrgang**

Einfache Theorie der Kaplanturbine[1])

Von Prof. Dr. Hans Baudisch, Wien.

Professor Dr. V. Kaplan, Brünn, führt die Theorie seiner Turbine angeblich auf mehrdimensionale Erwägungen zurück. Darunter darf man wohl nicht die Behandlung eines Stromfadens in einem räumlichen dreiachsigen Koordinatensystem verstehen, sondern vielmehr die Abhängigkeit der Stromlinienform von ihrer Lage zwischen den Laufradschaufeln, oder, was dasselbe sagt, von der Zeit.

Gewiß werden derartige Erwägungen eine große Rolle spielen bei Bestimmung der Winkelübertreibung, welche die Anfangstangente der Laufradschaufel gegenüber der Richtung der Geschwindigkeit w_1 besitzen muß, gewiß werden dieselben dazu führen, die vogelflügelartige Verdickung der Laufradschaufel an der Eintrittstelle zu bestimmen, oder die Teilung aus der technisch brauchbaren Reichweite einer Schaufel zu ermitteln. Kaum aber können derartige Sekundärerscheinungen eine Steigerung der spezifischen Drehzahl auf ein Mehrfaches des Ausgangswertes herbeiführen, so wie es die Kaplanturbine tatsächlich erreichte. Hiefür müssen primäre Ursachen maßgebend sein, und diese sollen im Folgenden kurz angedeutet werden.

Die Theorie der Kaplanturbine wird im Folgenden auf dem Energiesatz aufgebaut, als dessen Ausdruck die bekannte Bernoullische Gleichung angesehen werden kann. Mit Außerachtlassung aller Nebenumstände wird hiebei die Strömung als verlustfrei angesehen, und werden die bei der Strömung auftretenden Verluste durch entsprechende Berichtigungsziffern in die Rechnung eingeführt.

Der hydraulische Wirkungsgrad η jeder Turbine rechnet sich zu

$$\eta = 1 - \varrho - \frac{c_2^2}{2\,g\,H}, \quad \ldots\ldots\ldots 1)$$

soferne ϱ die verhältnismäßigen Reibungs- und Wirbelverluste in der Turbine, $\frac{c_2^2}{2\,g\,H}$ die verhältnismäßigen Austrittsverluste der Turbine darstellen.

Was die ersteren Verluste betrifft, so können diese uneinbringlichen Verluste durch Kürzung der Schaufellänge, durch Verwendung flacher Schaufelprofile, durch Verringerung der Schaufelzahl, durch Verwendung kranzloser Räder, durch Bearbeitung der Schaufelfläche usw. auf ein erträgliches Maß herabgedrückt werden. Man kann etwa mit einem Werte

$$\varrho = 0{,}05 \text{ bis } 0{,}1 \ldots \ldots\ldots 2)$$

rechnen. Durch diese Maßnahmen kommt man bei achsialem oder nahezu achsialem Durchfluß des Wassers durch das Laufrad zu propellerartigen Laufrädern, welche als altbekannt anzusehen sind, indem z. B. John Kirschweng im amerikanischen Patente Nr. 852022 vom 30. April 1907 derartige Laufräder für eine Stromturbine heranzieht. In der bezüglichen Patentbeschreibung werden die Räder selbst aber nicht als neu angesprochen, sodaß hiefür die Priorität nicht etwa Kirschweng zugeschrieben werden darf. Wie bekannt, konnten solche Propellerräder vorerst nicht durchdringen, und es ist als ein ganz ausgesprochenes Verdienst Professor Kaplans zu bezeichnen, diese Räder der Vergessenheit entrissen und zu ungeahnten Erfolgen geführt zu haben.

[1]) Die folgenden Ausführungen stellen einen kurzen Auszug aus der Broschüre „Die Saugstrahlturbine" (Verlag von F. Deuticke, Leipzig und Wien 1922) in ihrer Anwendung auf die Kaplanturbine dar.

Der Erfolg liegt jedoch nicht so sehr an der konstruktiven Ausgestaltung, als vielmehr im richtigen Einbau der Räder.

In Gleichung 1 stellt das zweite Abzugsglied die wiedereinbringlichen Verluste der Turbine dar. Dieselben wurden im Laufe der Zeit immer größer und größer gemacht, was dem Bestreben nach großen spezifischen Umlaufszahlen, der hiemit in Zusammenhang stehenden Vergrößerung des Schluckvermögens bei gleichem Laufraddurchmesser entspricht. Im selben Maße, als die Austrittsenergie des Wassers aus dem Laufrade zunimmt, wird der hydraulische Wirkungsgrad der Turbine immer kleiner und kleiner. So ergäbe sich bei einer Austrittsenergie von 30 v. H., bei einem Wert $\varrho = 0{,}05$ ein Wirkungsgrad $\eta = 0{,}65$. Soll daher die Turbine lebensfähig bleiben, so muß dieselbe einen ausgiebigen Rückgewinn anstreben. Würde man denselben durch ein konisch erweitertes Saugrohr, das bisherige Allheilmittel, das schon so oft, und mit so viel Erfolg verwendet wurde, herbeizuführen trachten, so ergäbe sich ein Rückgewinn

$$h = \frac{c_2^2 - c_1^2}{2\,g}, \quad \ldots\ldots\ldots 3)$$

soferne im Saugrohr die Laufradaustrittsgeschwindigkeit c_2 auf den Wert c_1 ermäßigt wird. h ist als dynamischer Rückgewinn, als Unterdruck zu werten, durch welchen sich das arbeitende Gefälle $\eta\,H$ um h auf

$$\varepsilon\,H = \eta\,H + h \quad \ldots\ldots\ldots 4)$$

vergrößert, soferne ε den hydraulischen Wirkungsgrad der Turbinenanlage darstellt, welcher streng von jenem der Turbine zu unterscheiden ist. So begrüßenswert diese Steigerung des Wirkungsgrades ist, so wird mit derselben aber auch eine Steigerung der Geschwindigkeiten in der Turbine, eine Vergrößerung des Schluckvermögens im Verhältnis

$$\sqrt{\frac{\varepsilon\,H}{\eta\,H}} = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\eta}}$$

verbunden sein, welche die in der Turbine auftretenden Verluste aufs ungünstigste beeinflußt, denn die Verluste nehmen im Verhältnis des Quadrates der Geschwindigkeit, demnach im Verhältnis $\frac{\varepsilon}{\eta}$ zu.

Man muß daher trachten, Mittel und Wege zu finden, den Wirkungsgrad der Turbine ohne Steigerung des Schluckvermögens zu vergrößern. Der hiebei einzuschlagende Weg ist durch die Arbeitsweise des Wassers im Laufrade gegeben, dessen Schaufelprofil nebst Geschwindigkeitsdreiecken aus Fig. 1 entnommen werden kann. Wie aus dem in der Figur eingezeichneten absoluten Wasserweg ersichtlich, wird das Wasser im Laufrade nur wenig abgelenkt, sodaß es seine Arbeitsfähigkeit nicht so sehr auf dynamischen, sondern vielmehr auf statischem Wege auf das Laufrad überträgt. Es ergibt sich dies aus Gleichung 1, welche, ohne daß sich an ihrem Werte etwas ändert, auch in der erweiterten Form

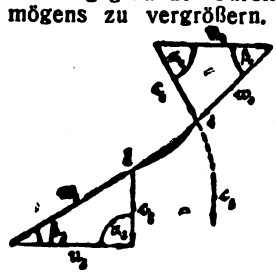


Fig. 1.

Digitized by Google

$$\eta = 1 - \varrho - \frac{c_1^2}{2\,g\,H} + \frac{c_1^2 - c_2^2}{2\,g\,H} \quad \ldots 5)$$

geschrieben werden kann, wobei mit

$$\eta_S = 1 - \varrho - \frac{c_1^2}{2\,g\,H},\ \eta_d = \frac{c_1^2 - c_2^2}{2\,g\,H} \quad \ldots 6)$$

η_S den hydrostatischen, η_d den hydrodynamischen Wirkungsgrad der Turbine darstellt. Es ist stets

$$\eta = \eta_S + \eta_d \quad \ldots 7)$$

Im Grenzfalle rein achsialer Meridianströmung des Wassers durch das Laufrad ist

$$a_1 = a_2 = 90^0,\ c_1 = c_2 \quad \ldots 8)$$

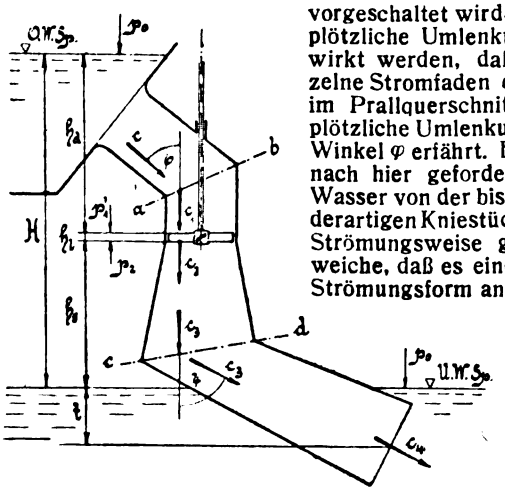
Hiebei wird das Schaufelprofil gerade, die Schaufelfläche wird eine reine Schraubenfläche; die Gleichungen 6 und 7 gehen hiefür in

$$\eta = \eta_S,\ \eta_d = 0 \quad \ldots 9)$$

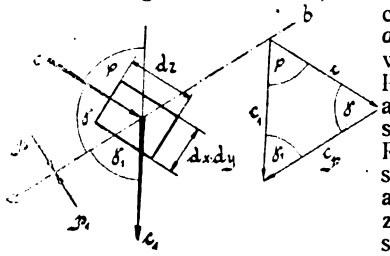
über, sodaß die reine Schraubenturbine rein statische Arbeitsübertragung besitzt: ihr Laufrad arbeitet gewissermaßen als durchbrochener Kolben einer Wassersäulenmaschine mit durchbrochenen, schrägliegenden Kolbenflächen.

Ein derartiges Laufrad ist aber wenig geeignet, einen auf dynamischer Grundlage aufgebauten Energierückgewinn h (Gleichung 3) zu verwerten, es wird vielmehr einen auf statischer Grundlage aufgebauten Rückgewinn benötigen, welcher jedoch nicht mehr hinter dem Laufrade in Form eines Unterdruckes, sondern vielmehr vor demselben in Form eines Überdruckes zu erreichen ist.

Ein derartiger Überdruck kann durch die sogenannte Prallströmung[2]) erreicht werden, indem dem Laufrade eine plötzliche Umlenkung um einen Winkel φ nach Fig. 2 vorgeschaltet wird. Durch diese plötzliche Umlenkung soll bewirkt werden, daß jeder einzelne Stromfaden des Wassers im Prallquerschnitt $a\ b$ eine plötzliche Umlenkung um einen Winkel φ erfährt. Es wird demnach hier gefordert, daß das Wasser von der bisher in einem derartigen Kniestück bekannten Strömungsweise gänzlich abweiche, daß es eine künstliche Strömungsform annehme, welche im Gegensatz zu der bekannten Strömungsform als singuläre Strömungsform bezeichnet werden muß. Diese Strömungsform muß jedoch als labil bezeichnet werden. Ehe jedoch auf die Mittel und Wege eingegangen werden soll, die Prallströmung zu stabilisieren, werde in Fig. 3 ein Wasserteilchen von den Abmessungen $dx \cdot dy \cdot dz$ herausgegriffen, welches sich gerade im Prallquerschnitt $a\ b$, also an der plötzlichen Umlenkstelle befindet. In der Richtung c wird das Wasserteilchen hiebei plötzlich auf den Wert $c_1 \cos\varphi$ verzögert, wodurch die Flüssigkeitsdrücke p und p_1 vor und hinter dem Prallquerschnitte von einander verschieden sein werden. Im Falle des Gleichgewichtes ergibt sich



Figur 2.



Figur 3.

$$p \cdot dx \cdot dy + \text{Masse} \cdot \text{Verzögerung} = p_1 \cdot dx \cdot dy.$$

Hiebei stellt sich die Masse auf $\frac{\gamma}{g}\,dx\,dy\,dz$, die Verzögerung auf

$$\frac{c - c_1 \cos\varphi}{dt} = \frac{c - c_1 \cos\varphi}{\frac{dz}{c}}.$$

Durch Einführung in obige Beziehung ergibt sich

$$\frac{p}{\gamma} + \frac{c}{g}(c - c_1 \cos\varphi) = \frac{p_1}{\gamma}.$$

Subtrahiert man in dieser Gleichung beiderseits den Wert $\frac{c^2 - c_1^2}{2\,g}$, so erhält man nach entsprechender Umformung

$$\frac{p}{\gamma} + \frac{c^2}{2\,g} + hp = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{c_1^2}{2\,g}, \quad \ldots 10)$$

worin

$$hp = \frac{cp^2}{2\,g} = \frac{c^2 - 2\,cc_1 \cos\varphi + c_1^2}{2\,g} \quad \ldots 11)$$

die sogenannte Prallhöhe, cp die sogenannte Prallgeschwindigkeit darstellt, welche aus dem Pralldreieck Fig. 3 ermittelt werden kann. Auf Grund genauer Überprüfung an Hand der hydrodynamischen Grundgleichungen, der bekannten Eulerschen Gleichungen, ist die Prallströmung an die Bedingungen

$$\gamma = \gamma_1,\ c = c_1 \quad \ldots 12)$$

gebunden, wodurch Gleichung 11 in

$$hp = \frac{c_1^2}{g}(1 - \cos\varphi) \quad \ldots 13)$$

übergeht. Gleichung 10 stellt die sogenannte erweiterte Bernoullische Gleichung[3]) dar; sie unterscheidet sich von der üblichen Form der Bernoullischen Gleichung einerseits durch Entfall jeder geodätischen Höhendifferenz, was ja selbstverständlich ist, da eine derartige Höhendifferenz für ein Flüssigkeitselement von den Ausdehnungen $dx\ dy\ dz$ verschwindet; sie unterscheidet sich von der üblichen Form der Bernoullischen Gleichung andererseits aber durch Hinzutritt des Gliedes hp. hp stellt, in m Wassersäule ausgedrückt, eine auf 1 kg Wasser bezogene Arbeitsfähigkeit dar, welche als Lehnwert auftritt, eine Anleihe, welche der Massenträgheit des Wassers entnommen wurde. Die Prallströmung ergibt sich demnach als ein auf Borg arbeitender Arbeitsgenerator, dessen Anleihe wieder an das Wasser, und zwar wieder als Auswirkung einer Massenwirkung rückerstattet werden muß.

In der Forderung der Rückgabe dieser Anleihe liegt aber gleichzeitig auch der Schlüssel für die Herbeiführung einer Prallströmung. Ganz abgesehen davon, daß es vorteilhaft sein wird, durch Einbau eines Prallerregers im Prallquerschnitt die Prallströmung einzuleiten, kann die erwähnte singuläre Strömungsform dadurch stabilisiert werden, daß dem Laufrade eine Erweiterung nachgeschaltet wird, in welcher die Geschwindigkeit c_1 auf den Wert c_4 (siehe Fig. 2) ermäßigt wird, wodurch die Geschwindigkeitshöhe h (Gleichung 3) frei würde, wenn sie nicht durch eine in der Erweiterung eingeschaltete abermalige plötzliche Umlenkung um einen Winkel ψ vernichtet würde. Herrscht an der Stelle der ψ-Umlenkung die Geschwindigkeit c_3, so wird durch diese Umlenkung die Geschwindigkeitshöhe

$$h = \frac{c_3^2}{g}(1 - \cos\psi) \quad \ldots 14)$$

vernichtet.[4]) Die dem Laufrad nachgeschaltete Erweiterung, die in derselben angeordnete plötzliche Umlenkung kann als Energievernichter, bezw. als Stabilisator bezeichnet werden, sofern die Werte 3, 13 und 14 einander gleichgemacht werden, was zu den Gleichungen

[2]) Vergl. „Die Wasserwirtschaft" 1922, Heft 5.

[3]) Vergl. auch Bánki, Energieumwandlungen in Flüssigkeiten I, Seite 5.

[4]) Die bezügliche Ableitung siehe „Die Wasserkraft" 1922, Heft 5.

Digitized by Google

$$\cos\varphi = 1 - \frac{c_2^2 - c_4^2}{2\,c_1^2},\quad c_3 = \sqrt{\frac{c_2^2 - c_4^2}{2(1-\cos\psi)}} \quad \cdot\ 15)$$

führt. Für den Sonderfall rein statischer Arbeitsübertragung (Gleichung 8), sowie für den willkürlich wählbaren Sonderfall $\psi = 90^0$ gehen vorstehende Beziehungen über in

$$\cos\varphi = \frac{c_2^2 + c_4^2}{2\,c_2^2},\quad c_3 = \sqrt{\frac{c_2^2 - c_1^2}{2}} \quad \ldots\ 16)$$

Wendet man nun die Bernoullische Gleichung, bezw. deren Erweiterung auf die Strömung durch die Turbine dreimal an, so ergibt sich mit den Bezeichnungen der Fig. 2

1. für die Strecke vom ruhend gedachten Oberwasserspiegel bis zum Eintritt des Wassers in das Laufrad, soferne σ_φ die in der φ-Umlenkung auftretenden Arbeitsverluste berücksichtigt,

$$\frac{p_0}{\gamma} + \frac{0^2}{2\,g} + h_d + h_p - \sigma_\varphi H = \frac{p_1'}{\gamma} + \frac{c_1^2}{2\,g} \quad \ldots\ a)$$

2. für die Strecke vom Laufradeintritt bis zum Laufradaustritt, soferne εH die von 1 kg Wasser im Laufrade abgegebene Nutzarbeit bedeutet,

$$\frac{p_1'}{\gamma} + \frac{c_1^2}{2\,g} + h_l - \varrho\,H - \left(\frac{p_2}{\gamma} + \frac{c_2^2}{2\,g}\right) = \varepsilon H\,.\ b)$$

3. für die Strecke vom Laufradaustritt bis zum Auslaufquerschnitte des Wassers aus dem Saugrohr, soferne dort $\frac{c_4^2}{2\,g}$ als vollständiger Verlust preisgegeben wird, und σ_ψ die in der ψ-Umlenkung, auftretenden Arbeitsverluste umfaßt,

$$\frac{p_2}{\gamma} + \frac{c_2^2}{2\,g} + h_s + t - h - \sigma_\psi H = \frac{p_0}{\gamma} + t + \frac{c_4^2}{2\,g} \quad c)$$

Durch Vereinigung der Gleichungen a bis c ergibt sich mit

$$h_d + h_l + h_s = H,\ hp = h$$

die Beziehung

$$\varepsilon H = H - (\varrho + \sigma_\varphi + \sigma_\psi) H - \frac{c_4^2}{2\,g} \quad \ldots\ 17)$$

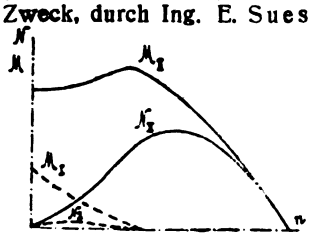
wobei etwa

$$\sigma_\varphi + \sigma_\psi = 0{,}07 \text{ bis } 0{,}12 \quad \ldots\ 18)$$

angenommen werden kann. Sei z. B.

$\varrho = 0{,}05$, $\sigma_\varphi + \sigma_\psi = 0{,}07$, $\frac{c_4^2}{2\,g} = 0{,}04\ H$, so rechnet sich nach Gleichung 17 $\varepsilon = 1 - (0{,}05 + 0{,}07) - 0{,}04 = 0{,}84$, woraus ersichtlich, daß der günstige Wirkungsgrad der Turbine lediglich durch den Einbau, nicht aber durch das Laufrad erreicht wird.

Die hohe Bedeutung des Einbaues auf den Wirkungsgrad einer Turbine wurde kürzlich, wenn auch für einen anderen Zweck, durch Ing. E. Suess, Wien, experimentell nachgewiesen, da er anläßlich von Vorversuchen für seine Strom-turbine Propellerräder vergleichsweise ummantelt und nicht ummantelt im freien Donaustrom abbremste. Das Ergebnis seiner Versuche ist in Fig. 4 dargestellt, in welcher das Drehmoment M, sowie die Nutzleistung N in Abhängigkeit von der Drehzahl n zur Darstellung gebracht wurde. Es bedeuten M_I und N_I die dem nicht ummantelten Laufrade, M_{II} und N_{II} die dem mit einem doppelkegelförmigen Gehäuse ummantelten Laufrade entsprechenden Werte. Bei Ummantelung ergab sich das Drehmoment 3,1, die Leistung 24 mal so groß, wie beim nicht ummantelten Laufrade. Die Leerlaufsdrehzahl stieg bei Ummantelung auf das 2,3-fache, die günstigste Betriebsdrehzahl etwa auf das 3,5-fache.



Figur 4

Rechnungsbeispiel: Eine Kaplanturbine sei für eine Wassermenge $Q = 1{,}2$ m³/s bei einen Gefälle $H = 1$ m zu berechnen, und soll die Turbine hiebei eine Drehzahl $n = 150$ U/min. entwickeln.

Wählt man, wie oben berechnet, den Wirkungsgrad der Turbinenanlage zu $\varepsilon = 0{,}84$, so stellt sich die Leistung der Turbine auf

$$N = \frac{Q\,H\,\gamma\,\varepsilon}{75} = \frac{1{,}2 \times 1 \times 1000 \times 0{,}84}{75} = 13{,}4\ PS,$$

demnach ihre specifische Drehzahl auf

$$n_S = \frac{n}{H}\sqrt{\frac{N}{H}} = \frac{150}{1}\sqrt{\frac{13{,}4}{1}} = 550\ U/min.$$

Wählt man für den einfachsten Sonderfall rein statischer Arbeitsübertragung

$$c_1 = c_2 = 2{,}5\ m/s,$$

so stellt sich der Wirkungsgrad der Turbine nach Gleichung 1 auf

$$\eta = 1 - 0{,}05 - \frac{2{,}5^2}{19{,}62} = 0{,}68.$$

Wählt man c_4 wie früher aus der Beziehung

$$\frac{c_4^2}{2\,g} = 0{,}04\ H \text{ zu } c_4 = \sqrt{0{,}04 \times 19{,}62 \times 1} = 0{,}88\ m/s,$$

so ergibt sich aus der ersten Gleichung 16 der Winkel φ mit

$$\cos\varphi = \frac{2{,}5^2 + 0{,}88^2}{2 \times 2{,}5^2} = 0.565,\ \varphi = 55^0\,36',$$

demnach im Sinne von Fig. 3 unter Berücksichtigung der Beziehung 12

$$\gamma = \gamma_1 = \frac{180 - \varphi}{2} = \frac{180 - 55^0\,36'}{2} = 62^0\,32'.$$

Aus der zweiten Gleichung 16 ergibt sich für $\psi = 90^0$

$$c_3 = \sqrt{\frac{2{,}5^2 - 0{,}88^2}{2}} = 1{,}65\ m/s.$$

Die den einzelnen Geschwindigkeiten zugeordneten Flächen ergeben sich zu

$$F_1 = F_2 = \frac{Q}{c_2} = \frac{1{,}2}{2{,}5} = 0{,}48\ m^2,\ F_3 = \frac{Q}{c_3} = \frac{1{,}2}{1{,}65} = 0{,}725\ m^2,$$

$$F_4 = \frac{Q}{c_4} = \frac{1{,}2}{0{,}88} = 1{,}36\ m^2,$$

entsprechend den Durchmessern

$$D_1 = D_2 = \sqrt{\frac{4}{\pi}F_2} = \sqrt{\frac{4}{\pi}\,0{,}48} = 0{,}78\ m,$$

$$D_3 = \sqrt{\frac{4}{\pi}F_3} = \sqrt{\frac{4}{\pi}\,0{,}725} = 0{,}96\ m.$$

Mit $F_3 = 0.725\ m^2 = B_3\,H_3$, $F_4 = 1{,}36\ m^2 = B_4\,H_4$ ergeben sich die Abmessungen $B_3 = 1{,}45\ m$, $H_3 = 0{,}5\ m$, $B_4 = 2{,}3\ m$, $H_4 = 0{,}6$ m.

Wählt man $D_1 = D_2 = 0{,}8\ m$, so erübrigt eine Nabenfläche

$$f = \frac{0{,}8^2\,\pi}{4} - 0{,}48 = 0.025\ m^2,$$

entsprechend einem Nabendurchmesser

$$d_1 = d_2 = \sqrt{\frac{4}{\pi}f} = \sqrt{\frac{4}{\pi}\,0{,}025} = 0{,}178\ m.$$

Nimmt man an, daß sich hinter der ψ-Umlenkung die Wassergeschwindigkeit pro laufenden Meter Saugrohrlänge um $p = 10$ v. H ermäßigen könne, so ergibt sich eine Saugrohrlänge

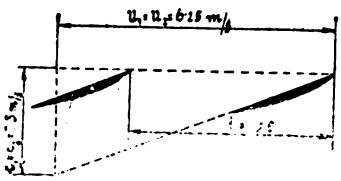
$$L = \frac{c_3 - c_4}{p\,c_3} = \frac{1{,}65 - 0{,}88}{0{,}10 \times 1{,}65} = 4{,}7\ m.$$

Bei der angegebenen Drehzahl rechnet sich die größte Umfangsgeschwindigkeit des Laufrades zu

$$u_1 = u_2 = \frac{D_2\,\pi\,n}{60} = \frac{0{,}8\,\pi \times 150}{60} = 6{,}25\ m/s,$$

entsprechend der in Fig. 5 dargestellten Schaufelung, deren

Digitized by Google

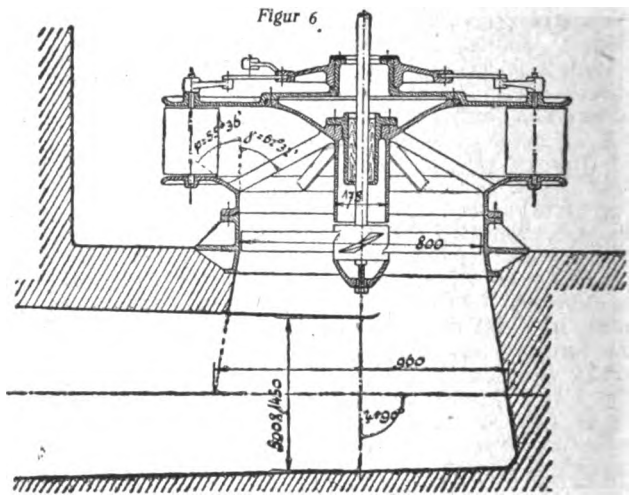


Figur 5

Teilung sich bei $z = 4$ flügeligem Propeller zu

$$t = \frac{D_1 \pi}{z} = \frac{0{,}8\ \pi}{4} = 0{,}628\ m$$

ergibt. Sämtliche vorstehend ermittelte Hauptabmessungen sind in Fig. 6 eingetragen, die eine geradezu sinnfällige Übereinstimmung mit der Kaplanturbine aufweist, hievon vielleicht nur durch Anordnung der Prallschaufeln hinter den eigentlichen Leitschaufeln abweicht. Den spärlichen theoretischen Grundlagen nach, welche über die Kaplanturbine bekannt sind, weicht jedoch die Kaplanturbine ganz einschneidend von dieser Prallturbine ab, sodaß beide Turbinen nicht mit einander identifiziert werden dürfen. Es wäre daher sehr zu begrüßen, wenn sich Professor Kaplan zu vorstehenden Ausführungen äußern würde, da er die Unstimmigkeit durch Veröffentlichung seiner mehrdimensionalen Erwägungen gewiß aufklären, bezw. die Unterscheidungsmerkmale seiner Turbine angeben könnte.



Figur 6

Zur Verwendung moderner Wasserräder

Von Ing. C. Reindl, München.

In Heft 18/1922 der „Wasserkraft" macht Ing. Hoyer in dankenswerter Weise darauf aufmerksam, daß man über den Fortschritten der Turbinen für manche Fälle die Wasserräder nicht zu vergessen braucht. Für kleine Leistungen und sehr geringe Gefälle, etwa von 2 oder 1½ m an abwärts bis zu etwa ½ m und unter Umständen noch etwas weniger, ist das Wasserrad in einer seiner modernen Ausführungsformen sowohl für sich selbst, wie auch bezüglich des notwendigen Wasserbaues viel billiger wie eine Francisturbine, deren Durchmesser ja, auf gleiche Leistung bezogen, sich mit $\sqrt[4]{H^3}$ ändert, und deren Gewicht und damit ungefähr auch deren Preis mit $H^{9/8}$ oder praktisch ungefähr umgekehrt, proportional dem Gefälle zunimmt. Eine Turbine für 1 m Gefälle würde also ungefähr das Doppelte des Preises einer Turbine für 2 m Gefälle bei gleicher Leistung kosten, der Wasserbau würde sich wohl in ungefähr gleichem Verhältnis ändern. Es kann also gerade in ebenen Gegenden zahlreiche Fälle geben, in welchen ein modernes Wasserrad einer Turbine vorzuziehen sein würde — wenn eben beim Wasserrad die Schwierigkeiten einer exakten Regulierung auf konstante Drehzahl, wie eine solche zum Antrieb von elektrischen Stromerzeugern in hohem Maße verlangt wird, nicht so außerordentlich groß wären. Es liegt, wie auch Hoyer anführt, in der Natur der schwerfälligen Spannschützen und ähnlicher schützenähnlicher Reguliervorrichtungen der Wasserräder, daß sie erhebliche Verstellkräfte erfordern, bei strengem Frost leicht festfrieren und dann unbeweglich werden, überhaupt aber keine genaue Regulierung ermöglichen, wie wir sie von den Drehschaufeln der Turbinen her gewohnt sind. Es mag eben die Schwierigkeit einer genügend genauen, selbsttätigen Drehzahlregulierung der Wasserräder mit Schuld tragen an dem Vorurteil, das man bisher gegen die Verbindung von Wasserrad und Dynamo hatte; man glaubte überall da, wo ein Stromerzeuger anzutreiben war — sei es als Hauptbetrieb oder als Nebenbetrieb, z. B. in Mühlen für die eigene Versorgung — schon zur Turbine greifen zu müssen und bei sehr geringen Gefällen war man gezwungen, entweder außerordentlich teure Turbinenanlagen hinzunehmen oder auf Stromerzeugung zu verzichten.

In diesen unteren Grenzfällen für die wirtschaftliche Anwendungsmöglichkeit von Turbinen schafft nun das neue System der Gleichstromdynamos für Wasserkraftantrieb ohne Drehzahlregulierung, bei welchem also die Dynamo in der Lage ist, trotz der Drehzahlschwankungen zwischen der Vollastdrehzahl und der Durchgehdrehzahl der unregulierten Wasserkraftmaschine konstante Spannung zu liefern, einen Ausweg. Man hat unter Verwendung der in dieser Zeitschrift 1923, Heft X, S. 117, beschriebenen Gleichstromdynamo die Möglichkeit, auch sehr niedere Gefälle mit verhältnismäßig billigen und dabei einfachen Wasserrädern ohne jede automatische Drehzahlregelung zur Erzeugung von Gleichstrom für örtliche Versorgung oder Eigenversorgung mit elektrischer Energie auszunutzen, auch dann, wenn das Wasserrad noch andere Kraftverbraucher (Mühlen, Sägewerksanlagen oder dgl.) anzutreiben hat, kann unter Umständen das beschriebene neue System noch in Frage kommen. Damit dürfte dem Wasserrad neuzeitlicher Ausführung als einer allzuweit in den Hintergrund gedrängten einfachen und zuverlässigen Wasserkraftmaschine für niedrige Gefälle in manchen Fällen der erfolgreiche Wettbewerb mit der Turbine, sogar der Vorrang vor derselben, eröffnet sein.

Aus der Geschichte des Wasserkraftrechts

Von Kloes-Dresden.

Die Rechtsentwicklung des Wasserkraftrechts im Mittelalter bestätigen die Weistümer vieler Markgenossenschaften, örtliche Gesetzessammlungen und die Rechtsbücher des Mittelalters, welche der Nachwelt das damalige Gewohnheitsrecht der großen Rechtsgebiete des sächsischen, fränkischen, schwäbischen, bayerischen Rechts überlieferten. Obwohl diese Bücher nur Zusammenstellungen von Privatpersonen waren, hatten sie im Mittelalter überall rechtliches Ansehen. Landesgesetze gab es ja noch nicht. Die Reichsgesetzgebung beschränkte sich auf die Durchführung des Landfriedens. Durch ihn sollte ein Schutz gegen das Fehdewesen geboten werden. Der Landfriede, der seit Heinrich IV. von allen Königen und später seit Ludwig dem Bayern von den Landesfriedenseinungen der Territorialherren verkündet wurde, beschränkte sich auf bestimmte Personen (Geistliche, Frauen, Kaufleute, Juden, Feldarbeiter, Jäger, Fischer) und Sachen (Kirchen, Wohnhäuser, Mühlen, des Königs Straße usw.), die gegen Angriff von Fehdenden gesetzlich geschützt waren, während der Gottesfriede, der von Heinrich IV. 1085 für das ganze heilige römische Reich deutscher Nation ausgesprochen wurde, gebundene Tage, Friedetage (die Hauptfeste, Festwochen, Mittwoch abend bis Montag früh) einführte. Die Mühlen waren jederzeit gegen gewalttätige Angriffe geschützt, weil sie für die Volkswirtschaft von großem Wert waren.

Digitized by Google

Von den Rechtsbüchern seien die hauptsächlichsten angeführt: der Sachsenspiegel mit den Nachbildungen des Spiegels deutscher Leute, des obersächsischen Rechtsbuches nach Distinktionen, des Eisenachschen Rechtsbuches, des **Rechtsbuches** Johann Rothes; der Schwabenspiegel; das kleine Kaiserrecht; das Rechtsbuch Kaiser Ludwig des Bayern; das **Rechtsbuch** Ruprechts von Freising.

Der Sachsenspiegel, eine Abhandlung des in Reppichau (zwischen Mulde, Elbe und Saale) geborenen Schöppen am Oberhof zu Halle Eyke von Repgow, um 1225 verfaßt, hat das sächsische Gewohnheitsrecht, das im alten Volksland Norddeutschlands, in Westfalen, Ostfalen und Thüringen geübt wurde, überliefert. Das sächsische Recht ist insofern von großer Bedeutung, als im alten Volksland Norddeutschland die Grundherrlichkeit nur wenig Einfluß gewann.

Im Ssp. wird das ältere deutsche Recht wiedergegeben, wie es sich im Mittelalter entwickelt hatte. Er wurde im Mittelalter weit verbreitet. Seine Rechtsätze wurden in Westfalen, Bayern, in allen kolonisierten rechtselbischen Provinzen von Holstein bis nach Sachsen und Schlesien, Österreich (Böhmen, Mähren), Ungarn und Livland verwertet. Das sächsische Wasserrecht gibt er in den Grundzügen wieder. Er berichtet über schiffreiche und nichtschiffreiche Gewässer, über Teiche, Mühlen, Fischerei, Anschwemmungen, Inseln usw. Von den Mühlen sagt er (II, 66): „Kirchen und Kirchhöfe und leglich dorff binnen, sinen graben und zaunen, pflug und mülen, des königes strasse in wazzer und in velde, die sullen steten friede haben, und allez das der binnen kömmte." Es wird in dieser Landesfriedensbestimmung der alte Volksrechtsatz über den Schutz der Mühle und des Mühlweges bestätigt. Man ersieht daraus, wie zähe der Deutsche an seinem Recht hing. Auch die Rechte an den Gewässern kann man aus den Bestimmungen über den Schutz der Fischerei schließen. Die Gewässer des Dorfes, der Allmende und gemeinen Mark waren zur gewöhnlichen Nutzung der Fischerei aller Markgenossen frei. Den Nichtmärkern war sie verboten, der Familie und dem Gesinde des Märkers nur mit dessen Zustimmung gestattet. Der Hauptsatz lautet (Ssp. II, 28 § 4): „Swilch wasser strames vluzet, daz ist gemeine zu varwende und zu vischende inne. Der vischer nuz auch wol das ertriche nuczen also verne, als her eines geschriten mag uz deme schiffe." Frei fließendes Wasser der Gewässer ist zu jeder persönlichen und hauswirtschaftlichen Nutzung (Schöpfen, Tränken, Waschen, Röten, Bewässern, Abwässern (Entwässern) und zur Kahn-Schiffahrt und Fischerei allen Markgenossen gemein. Zum freien Gewässer gehören alle schiffreichen Hauptgewässer (II, 36 § 5) und die nichtschiffreichen Flüsse, welche nicht einer Person kraft Sondernutzungsrecht zustanden. Die letzteren nennt der Ssp. (II, 28 § 1) „eines andern mannes wazzere an wilder wage". In ihnen ist die Fischerei bei geringer Strafe (3 Schilling) verboten. Zu ihnen wurden alle freien natürlichen und künstlichen Gewässerstrecken gerechnet, die zur Fischzucht oder behufs Ausübung der Triebkraft des Wassers eingehegt waren (Bäche, Flüsse, Mühlgräben). Aus der lateinischen Übersetzung geht hervor, daß sowohl kleine Gewässer als auch Uferwasser von Strömen zur Fischnutzung herangezogen wurden. Der Erwerb dieser Sondernutzungsrechte ist schon begründet worden. Er ist nach Sachsenrecht in gleicher Weise anerkannt. Im besonderen wird nicht nur die 30jährige Ersitzungsfrist, sondern auch noch die Frist von Jahr und Tag (1 Jahr 6 Wochen 3 Tage) zur Bedingung gestellt. Sehr streng wurde Fischdiebstahl in Teichen bestraft. (Ssp. II, 28 § 2): „Vischet her in tichen, die gegraben sind, ... — der muz drizig schilling geben." Allerdings galt nach dem Sachsenspiegel der Fischdiebstahl nicht als Halsgericht (an Hals und Hand), denn II 61 § 1 lautet: „da got den menschen geschuf, da gab hei ine gewalt über vische und vogeln und alle wilde tier, (eine Schlußfolgerung aus den Nutzungsrechten aller Markgenossen am Volksland); der umbe habe wir es urkünde von gote, daz niman sinen lib noch sin gesunt an disen dingen verwirken mac"; wohl aber als Frevel, der durch Geldbusze (in Banngewässern durch des Königs Bann (60 Schilling, II, 61 § 2) geahndet wurde. Die hohe Geldstrafe auf Fischfrevel in Teichen ist durch das Sondernutzungsrecht oder Eigentum an diesen bedingt. Derartige Teiche waren entweder Mühlteiche oder in selteneren Fällen besondere Fischteiche. Beide waren jedenfalls künstlicher Natur. Die Fischzucht wurde im Mittelalter in Anlaß des Fischreichtums der freien Gewässer im hohen Maß betrieben. Über Fischdiebstahl aus Netzen, Reusen usw. enthält der Ssp. keine besondere Erwähnung. Die Unterscheidung der Gewässer nach der Art des Ssp. wird noch in späteren Rechtsquellen bestätigt. So meldet eine Merseburgische Fischordnung von etwa 1600 (Art. 24): „allen denen, so Fischwasser in der Elster und Luppen haben, in denen ein Gehege ist..." Die späteren Urkunden des sächsischen und bayerischen Rechts stimmen damit überein.

Die Anschüttungen, Abrisse, Inseln und verlassenen Flußbette der Gewässer fielen den Anliegern, nicht den Markgenossenschaften bis zur Mitte des Gewässers zu (Ssp. II, 56).

Über den Lauf des natürlichen Gewässers heißt es in der Glosse zum Ssp. Lehnrecht, Kap. 71: „wo aber das wasser sinen gang hingewinnet, und sinen natürlichen fluss, den soll man nicht weren. Wer im aber einen newen weg macht, der sollt leiden solche peen, als ob er hat ein teich abgestochen." Eine Veränderung des Wasserlaufes konnte Mühlen und Anlagen großen Schaden bringen. Eine derartige widerrechtliche Handlung wurde peinlich, d. h. nicht als Frevel an Haut und Haar oder Geld, sondern als schwere Untat an Hals und Hand gestraft. Aus der erwähnten Bestimmung geht noch hervor, daß auch das Deichabstechen, das Durchbrechen von Dämmen schwer geahndet wurde. Es berührt sich diese Anordnung mit einem alten Volksrechtssatz.

Endlich kannte das sächsische Recht auch ausführliche Grundsätze über die Quellen, Quellabflüsse und die Entziehung von Quell- und Flußwasser. Die abfließenden Quellen standen als Allmende oder in der gemeinen Mark von jeher im Eigentum der Markgenossen, gingen, sofern ein Grundherr Eigentümer der Allmende oder Mark wurde, auch nicht in den Eigenbesitz des Grundherrn als Herr des Gemeinguts über. Die anliegenden Bauern erwarben mit der Entstehung des Grundeigentums an den Äckern nur Eigenbesitz am Grundstück, niemals am Gewässer. Das Wasser war nach deutschem Recht stets Gemeingut, Eigentum der Markgenossen. Insofern besassen auch die Bauern Eigentum an der Quelle, als sie als Markgenossen Teilhaber der Markeigentumsrechte waren. Sie vermochten daher bei Verkäufen auch die Nutzungsrechte zu übertragen. Wo ein Grundherr Eigentümer der Markallmende oder des Dorfes war, besaßen die Bauern nur Gemeinnutzungsrechte. Sondernutzungen mußten von ihnen verliehen werden. Das Flußwasser wie das Quellwasser diente allen Markgenossen zu gleichberechtigter Nutzung. Jeder hatte den Gemeingebrauch daran, der sich allerdings an den Bächen mit dem Kleinerwerden nach der Quelle zu auf einen immer enger werdenden Kreis der Nutzenden beschränkte, bis er an der Quelle nur noch einem oder zwei Anliegern zustand. Diese besaßen also in Wirklichkeit ein unbeschränktes Nutzungsrecht am Quellwasser, wie es an nichtabfließenden Quellen und Feldbächen und Brunnen ganz selbstverständlich war. Mit der Einführung und Verbreitung der Mühlen ging jedoch eine Einschränkung dieses Grundsatzes und ein erhöhter Schutz dieses Gewerbezweiges einher Es bildeten sich die privaten Nutzungsrechte der Müller durch gemeindliche oder grundherrliche Verleihung oder Ersitzung infolge Verschweigung in 30jähriger Frist aus. Durch eine Ableitung von Wasser durften diese Rechte nicht wesentlich beeinträchtigt werden. Dieser Grundsatz findet sich in mehreren Rechtsquellen bestätigt. Die Glosse zum Ssp. Lehnrecht, Kap. 71, die stark vom römischen Recht beeinflußt ist, sagt: „Würde aber ein spring eines brunnens auff einem acker, des acker herr (d. i. der Grundherr oder die Markgemeinde nach deutschem Recht) hat den spring und den

Digitized by Google

flus des springes, in seinem acker und möchte in fassen auff dem acker, wie er wölt, und dazu auff teichen. Vor schaden soll er aber bewaren sein nachbauern.... Dieweil das wasser auff meinem acker fleust, so mag ich weren zu fischen, darinn einem jedermann, da es nit in wildem strome fleust. Wenn aber das wasser von dem meinen kompt, so ist es nimmer mein, wiewol das der ursprung des wassers mein ist" (nach römischem Recht, denn nach deutschem ist jede abfließende Quelle gemein oder grundherrlich). „Gleicherweise habe ich einen baum in meinem hoff und hangen meine Zweig in meines nachbaurs hoff, (im zu schaden), und will mein nachbaur den schaden nicht leiden, ich muss im den wandeln; wil er aber den schaden leiden, er nimmt, was in seinem hoff felt von meinem baum, und dann ist das sein.... Also ist es auch zu vernemen umb das wasser. Entspringt ein flus auff eines mannes acker und wil sein nachbaur den flus leiden, er sol in gleicher weise nutzen, als der, auff des acker er entspringet. Wil in aber derjene benemen, der in auf seinem acker hat, das mag er nicht thun, disem zu schaden, fassen mag er in aber wol. Ist aber seines nachbaurs acker daran, auff den ein frembd wasser kompt, und hat der born sein fliess gehabt, d r e i s s i g jar, man mag in im n i c h t nennen. Ist es aber seines nachbaurn schaden und klagete er dem den schaden, als recht ist, er muss in dem schaden wandeln. Das ist aber zu vernemen, ob er dem wasser einen newen weg weisete."

Diese für das sächsische Wasser- und Mühlenrecht hochbedeutsamen Schlußsätze dieser Rechtsstelle werden in ihrem Wert von H. Göden in seiner Abhandlung (über das Recht am Quellwasser de jure aquae in nostro fundo ortae), die etwa um 1550 verfaßt wurde, näher beleuchtet. In ihr wird außer einer Übertragungsformel „ac de aquis et aquarum cursibus, cum dicitur in litteris", mit Wassern, Wasserläufften, Teichen, Teichsteten etc." übersetzt, der erste und dritte Satz jener Stelle zitiert und dann fortgefahren: „Idem dicit eadem in gloss. fin. Cumquo iure Saxonum concordat jus commune in 1. Aquam quae alieno loco oritur. C. de servitut. — ibi gloss. 2. Et Bald. dicit: notabiliter, quod aqua, quae in meo oritur, mea este.... Cum quibus concordat jus Saxonum praeallegatum et servat hoc mos et consuetudo praeallegata, et important hoc verba investiturae ipsius rei, dum dicitur in ea Wasser, Wasserläuffte, Teich, Teichstete etc. Et gloss. Lehnrecht 171. ejusdem juris Saxonum praeallegate, cum aitz: daß des Ackers Herr den Spring habe, und möge den fassen und teichen, Cui pariter corsonat consuetudo, ut dixi...." H. Göden zitiert zwar nur den Teil des Kap. 71. Glosse zum Ssp. Lehnrecht, der aus dem römischen Recht stammt. Da er aber mehrmals diese Rechtssätze für angeblich sächsisches Recht und Gewohnheit erklärt, so müssen auch die nicht angeführten Sätze jener Glosse, welche tatsächlich sächsische Rechtssätze enthalten und die das römische Recht nicht kennt, sächsisches Recht dargestellt haben. Weiter erwähnt noch J o h. B e r n h. B a y e r um 1550 in seiner Abhandlung de jure Fontium (bei Fritsch. I S. 53 ff.) das sächsische Recht. Er unterscheidet fontes publici und privati je nach Entstehung der Quellen auf Allmende- oder Markboden oder Privatgrundstücken. Die gemeinen Quellen standen nicht außerhalb des Verkehrs, sondern gehörten den Markgenossen zu Eigentum. Ferner sagt Bayer, alle fontes publici (gemeinen Quellen) dienen dem Gemeingebrauch, jeder Markgenosse hat das Recht, ihr Wasser zu benutzen und zur Bewässerung ableiten zu können. Diese Angabe stimmt mit dem deutschen Recht überein. Indessen war dieser Gebrauch der Markgenossen (nicht nur der Anlieger) an solchen Bächen eingeschränkt, die in einen schiffreichen Strom flossen (Entstehungsflüsse) oder die Mühle einer Markgemeinde trieben. Selbst der König, Landes- oder Gutsherr vermochte diesen Grundsatz nicht aufzuheben. Nur sofern ein Anlieger das Recht zur Bewässerung aus einem königlichen oder landesherrlichen Privileg oder durch unvordenkliche Verjährung erworben hat, muß der Gegenlieger von einer gleichen Benutzung abstehen. Die Einschränkung erstreckt sich darauf, nur so viel Wasser zu verbrauchen, daß nach römischem Recht dem schiffreichen Strom oder der Mühle keine wesentliche Schädigung erwächst. Die Bestimmung wird auch noch in Urteilen der Schöppenstühle bestätigt, daß man dem Unterlieger an freien Flüssen nicht das Wasser entziehen dürfe. Bayer führt aus, daß die Befugnis der Wassernutzung aus jedem freien Gewässer durch unvordenkliche Verjährung erworben werden könne. Er fährt fort: Was bestimmt aber in diesem Fall das sächsische Recht, sobald eine solche Verjährung nicht angenommen werden kann, weil eben im Gebiet des sächsischen Rechts kein römisches Recht gilt? Es kennt zwei Arten Verjährungen: die einjährige (1 Jahr 6 Wochen 3 Tage, nach Weichbild. 4. 21. für bewegliche Sachen) und die dreißigjährige (und Jahr und Tag, 31 Jahre 6 Wochen 3 Tage, vgl. Sachsensp. Landrecht I, 29) an unbeweglichem Gut (an Eigen und Erb, Grund und Boden). Die letztere entspräche der praescriptio longissima temporis (von 40 Jahren) des römischen Rechts usw. Die unbeständige Quelle gehöre jedoch in allen Beziehungen dem Grundeigentümer. Ursprünglich waren aber alle Quellen mit allem Land Gemeingut der Markgenossen. Jedenfalls beweisen die Abhandlungen und die Schöffenstuhlentscheidungen in widerleglicher Weise den Rechtssatz der Gemeinnatur der Quellen aller freien Gewässer. Sie standen nach deutschem Recht n i c h t im Eigentum der Grundbesitzer, sondern gehörten der Markgemeinde, waren Gemeingut. Ein Abfangen seitens des Eigentümers des Quellgrundstücks war v e r b o t e n. Ein Widerspruchsrecht gegen andere Nutzungen, die zu viel Wasser entzogen und das Abfangen von Quellen wurde durch Erwerb eines Sondernutzungsrechtes gewonnen, das durch ausdrückliche Verleihung seitens der Gemeinde oder im Falle einer stillschweigenden Erlaubnis oder beim Fehlen einer solchen durch Verjährung nach einer Benutzung von 30 Jahren und Jahr und Tag erworben wurde. Ohne Einwilligung und vollständige Entschädigung durfte keine Quelle abgefangen oder eine Entziehung von Wasser, die den Wasserstand eines Gewässers und insofern die Betriebskraft einer Mühle einer Markgemeinde wesentlich beeinträchtigte, stattfinden. Dieser Rechtssatz hat sich im preußischen Recht noch bis zur Gegenwart in der Bestimmung erhalten, daß Wasser aus Flüssen nur abgeleitet werden darf, wenn das unverbrauchte Wasser auf dem Ufergrundstück in den Fluß zurückgeleitet wird. Aus der geschichtlichen Entwicklung ergibt sich die Richtigkeit dieser alten Grundsätze. Die Quellen gehörten wie alle Gewässer der Markgemeinde. Auch die Mühlen standen in deren Eigentum oder waren von ihr privilegiert. Mit der Ausdehnung eines Sondereigentums auf die Quellen und bei dem Mangel der Ersitzung eines Nutzungsrechtes hätte man aber, falls diesem unbeschränkten Recht die Gewohnheit keine Beschränkung über die Entziehung des Quellwassers entgegengestellt hätte, das Schicksal aller von der Quelle abhängigen unterliegenden Mühlen in die Hand der Quelleigentümer gelegt. Die Mühlen sind bis in die Neuzeit hinein gegen Wasserentziehung geschützt gewesen. Das Sondereigentum an den abfließenden Quellen ist außerdem nur durch das römische Recht entstanden. Eine unbeschränkte Verfügung wurde immer durch die Nutzung der Unterlieger beschränkt. Der sächsische Grundsatz, der jede Beeinträchtigung von Sondernutzungsrechten ohne Entschädigung verbot, war auf die Schonung der Mühlen zugeschnitten. Nach ihm durfte keine Ableitung von Quellwasser vorgenommen werden, die die Betriebskraft einer privilegierten unterliegenden Mühle erheblich schädigte. Der Quellanlieger hatte also wohl die Befugnis, das Quellwasser z. B. zu Teichzwecken benutzen zu können. Er durfte es auch in unerheblichem Maße zur Bewässerung verwerten. Eine erhebliche Schmälerung der Wasserkraft war jedoch unzulässig. Wie für den Quellanlieger galt für jeden anderen Anlieger außerdem der Rechtssatz, daß eine Verlegung des Wasserlaufes zum Ersatz des dadurch verursachten Schadens verpflichtete. **(Schluß folgt.)**

Digitized by Google

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Verbilligung der elektrischen Kraft in der Schweiz. Der Ausschuß des Schweizer. Wasserwirtschaftsverbandes richtet folgende Kundgebung an die Behörden: Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband ersucht die Behörden des Bundes und der Kantone, im Hinblick auf die Lage des Energiemarktes und die Bestrebungen des Auslandes, die den Konzessionären von Wasserkraftwerken auferlegten Leistungen möglichst einzuschränken. Der Verband ist der Überzeugung, daß damit die weitere Erschließung der Naturkräfte und die Verwertung der aus ihnen erzeugten elektrischen Energie im Interesse der schweizerischen Volkswirtschaft wesentlich gefördert werden könnte.

Aus der ausführlichen Begründung sind folgende wichtige Punkte hervorgehoben: Die Lage auf dem schweizerischen Energiemarkt erfordert eine Verbilligung der Energieproduktion aus den Wasserkraftwerken. Ein Mittel hiefür ist die Einschränkung der Wasserrechtzinse und übrigen fiskalischen und baulichen Belastungen. Die finanziellen Belastungen allein erreichen gegenwärtig einen Betrag von 20—25 Millionen Franken jährlich und verteuern die erzeugte Energie im Mittel um 15—20 Prozent der Gestehungskosten. Im Gegensatz hiezu wird die Kohle, die mit Wasserkraft in scharfer Konkurrenz steht, in der Schweiz nicht versteuert und keinem Einfuhrzoll unterworfen. Die Eingabe stellt fest, daß im Ausland, auch in den Staaten mit eigener Kohlenproduktion die Wasserkraftnutzung wirtschaftspolitisch begünstigt wird durch Erleichterungen aller Art, wie Erlaß der Gebühren, Steuerbegünstigungen, Zinsengarantien, Subventionen und Beteiligungen des Staates. Als Beispiele werden die Verhältnisse in Deutschland, Österreich, Frankreich, der Tschechoslowakei und Italien geschildert. Die Eingabe schließt mit einer eindringlichen Mahnung zur Mäßigung in den finanziellen Anforderungen an die Nutzbarmachung eines der wenigen Naturgüter, die die Schweiz besitzt. Es besteht sonst die Gefahr, daß die gewerbliche und industrielle Stellung der Schweiz gegenüber dem Ausland noch mehr verschlechtert wird. („Die Rheinquellen", 18. Jahrgang, Nr. 1—3.)

Der gegenwärtige Stand der Elektrizitätserzeugung in England. England ist in erster Linie bei der Elektrizitätsgewinnung auf kalorische Werke angewiesen, die Kohle verfeuern. Ganz allgemein steht der Umfang der Elektrizitätserzeugung in öffentlichen Werken recht beträchtlich hinter den Zahlen Deutschlands und der Vereinigten Staaten zurück. Nach einer Zusammenstellung von Siegel gab es im Jahre 1912 in England 580 öffentliche Elektrizitätswerke mit einer Leistungsfähigkeit von 900 000 kW, gegen beispielweise 3600 mit 1,8 Mill. kW-Leistung in Deutschland. Selbst wenn man die Bevölkerungszahlen, die sich etwa wie 2:3 verhalten, berücksichtigt, so ergibt sich eine wesentlich stärkere Elektrizitätsausnutzung in Deutschland wie in England. In den folgenden Jahren haben sich die Verhältnisse nicht nennenswert geändert. Nach Professor Geibson besitzt England, das, abgesehen von Schottland, im wesentlichen nur Niederdruckwasserkräfte zur Verfügung hat, in seinen Gewässern eine Wasserkraftreserve von 900 000 bis 1 000 000 PS. Hiervon seien 200 000 PS. ausgebaut.

Der Wasserkraftausschuß (Water Power Resources Committee), der im Jahre 1919 ins Leben gerufen worden war, als die Brennstoffnot als Kriegsfolge sich auch in der englischen Wirtschaft außerordentlich störend bemerkbar machte, kommt zu etwas weniger günstigen Ergebnissen. Der Ausschuß, dem übrigens eine Unterorganisation zur Bearbeitung der irländischen Wasserkräfte angegliedert wurde, hat kürzlich seinen endgültigen Bericht[1]) erstattet. Danach können etwa 210 000 kW elektrischer Energie aus den englischen Wasserkräften so gewonnen werden, daß sie während des ganzen Jahres bei Tag und bei Nacht dauernd zur Verfügung stehen; und zwar würden sich die Ausbaukosten dieser Kräfte in erträglichen Grenzen halten. Die mögliche Kraftleistung der wirtschaftlich brauchbaren Pläne würde etwa 40 v.H. der aus 410 öffentlichen Dampfkraftwerken während des Fiskaljahres 1917/18 abgegebenen Energie entsprechen und es würden sich dadurch annähernd 3 Mill. to Kohle jährlich ersparen lassen. Die Hauptkräfte in England sind, wie der Bericht weiter angibt, keine Gefällstufen an den Flüssen, die jedoch durch die neuzeitlichen Turbinenbauarten noch verwertet werden können. Größere Kraftreserven finden sich im schottischen Hochland und ihr Ausbau würde — so meint man — der Landflucht in diesen Gebirgsgegenden kräftig entgegenwirken können. Die Finanzierung der Bauten soll durch den Staat erfolgen, dem auch ein Rückkaufsrecht für alle noch zu bauenden Wasserkraftanlagen im öffentlichen Interesse zusteht. Für die Ausarbeitung und Durchführung dieser Pläne wird eine Staatsstelle gefordert.

[1]) Im Auszug veröffentlicht in „Mitt. d. Ver. d. Elektr. W."

Englands Wasserkraft. Der Wasserkraftausschuß des Conjoint Board of Scientific Societies of Great Britain berechnet die im ganzen Reich, einschl. aller Dominions, Kolonien und Besitzungen vorhandenen Wasserkräfte zu 50 bis 70 Mill. PS. Die ganze Leistung könnte sogleich wirtschaftlich ausgenützt werden. Der Weltkraftbedarf wird geschätzt für Fabriken, Beleuchtung und Straßenbahnen zu 75 Mill. PS., für die Eisenbahnen 21 Mill. PS. und für die Schiffahrt 24 Mill. PS.

Über den Stand der Wasserkraftnützung gibt der Ausschuß folgende Übersicht:

	Vorhanden Mill. PS.	Ausgebaut Mill. PS.
Vereinigte Staaten	28,1	7,5
Kanada	22,9	3,385
Österreich-Ungarn	6,46	0,57
Frankreich	5,587	1,50
Norwegen	6,50	1,25
Spanien	5,0	0,54
Schweden	5,5	1,1
Italien	4,0	1,25
Schweiz	3,0	0,65
Deutsches Reich	1,425	0,75
Groß-Britannien	0,9	0,2

(„Power" v. 5. 12. 22.)

Neue Wasserkraftanlage für 450 000 PS am Niagara. Die American Super-Power Corporation, Buffalo, hat durch die Firma Ballard & Co. in Cleveland (Ohio) den Plan einer neuen Wasserkraftanlage am Niagara ausarbeiten lassen und dem Wasserkraftausschuß des Staates Neuyork eingereicht. Die Entscheidung ist einstweilen ausgesetzt, da gerade Verhandlungen schweben, die auf eine größere Wasserentnahme aus dem Niagara abzielen. Bisher dürfen von der gesamten Wassermenge von rund 6000 m³/sec. nach einem Vertrage von 1906 die Vereinigten Staaten rund 570 und Kanada rund 1000 m³/sec. ausnutzen. Die Verschiedenheit erklärt sich daraus, daß Kanada damals seine Anlagen weiter ausgebaut hatte. Ohne weiteres könnte jeder Staat rund 1200 m³/sec. ausnutzen, da nur rund 2300 m³/sec. für die Erhaltung der landschaftlichen Schönheit der Fälle nötig sind. Durch die Vollendung der Chippewa-Queenstown-Anlage überschreitet Kanada schon etwas die erlaubte Wassermenge. Nachdem nun die Vergrößerung (nach Süden) der Erweiterung D des Kraftwerkes C[1]) der Niagara Falls Power Co.[2]) flott voranschreitet — die erste Maschine (doppelt so groß, 65 000 kVA, als die 1920 in D eingebauten) soll am 1. Mai dieses Jahres zu arbeiten beginnen — tritt die Superpower mit dem neuen Plan auf. Vielleicht werden damit auch politische Absichten in dem Streit verfolgt, der gegenwärtig zwischen dem Staat Neuyork und der Bundesregierung über die

[1]) Vgl. Plan in Wasserkraft 1921, Heft 9, S. 89. Der linke Rand ist Norden!

[2]) Seit dem Kriege sind unter dieser Firma vereinigt: Niag. Falls Po. Co., Hydraulic Po. Co. of Niag. Falls u. Cliff Electrical Distributing Co.

Digitized by Google

beiderseitigen Wassergesetze schwebt. Nach dem Plan, dessen Einzelheiten Power v. 24. 10. 22 veröffentlicht, sollen 425 m³/sec. einstufig mit 95 m Gefälle ausgenutzt werden, das sind 2 m mehr als die Hydro auf der kanadischen Seite in ihrem Queenstownwerk hat. Etwas unterhalb von diesem käme auf dem rechten Niagaraufer das Krafthaus der Superpower zu stehen. Der Oberwasserkanal zweigt rund 4 km oberhalb der Krafthäuser A und B (des Planes) vom Niagara ab, führt erst 5,5 km in nördlicher, dann 4,4 km in nordwestlicher und schließlich 1,2 km in westlicher Richtung zu dem zweistöckigen, 102 m langen, 16 m breiten Rechenhaus. Davor erweitert sich der Kanal in 183 m Übergangslänge von 17,7 auf 90 m, so daß die Geschwindigkeit von 1.8 m/sec. auf 0,3 m/sec. gemindert wird. Bemerkenswert ist, daß auch ein Schiffahrts-Kraftkanal in Betracht gezogen worden ist, die Linienführung La Salle (zwischen Tonawanda und Niagara Falls) —Dewiston des geplanten Kanals vom Erie- nach dem Ontario-See. Dieser amerikanische Umgehungskanal war über die Vorarbeiten und Planung nicht hinausgekommen. In der Hoffnung, daß nun privates Geld den Kanal baut, hat der Staat Neuyork jener Linienführung zugestimmt. Nach dem Plan der Superpower soll ein 70 m breiter, 9 m tiefer Kanal eine genügend kleine Geschwindigkeit für 425 m³/sec. Kraftwasser + 85 m³/sec. für Schleusen und Verluste zeigen. Die Kraft zur Bedienung der Schleusen würde die Superpower stellen. Vom Rechenhaus führen in der üblichen Weise (vergl. Zeichnung S. 89, 1921) 9 Druckleitungen unter 45° Neigung durch den Felsen nach dem Maschinenhaus. Die Leitungen werden ausbetoniert, so daß der lichte Durchmesser 4.1 m beträgt. Jede führt zu einer 50 000 PS-Turbine mit lotrechter Welle[3]), die einen Drehstromerzeuger von 45 000 kVA Beanspruchung treibt. Dieser liefert den Strom von 12 000 V. unmittelbar in den Transformator, der ihn auf 220 000 V. bringt. Durch die Verlegung des Parallelschaltens auf die Hochspannungsseite werden die schweren Schaltanlagen, die sonst nötig wären, vermieden. Der Strom wird nun auf einer vierlinigen Fernleitung von 508 km über Elmira, längs der Staatsgrenze, Chester, Westpoint am Hudson, flußabwärts nach Yonkers, der nördlichen Vorstadt von Neuyork, gebracht. Jede Leitung führt 75 000 kW. 60-pulsigen Drehstrom, der in Yonkers auf 11 000 oder 22 000 Volt herabgespannt werden soll. Zur Verbesserung des Leistungsfaktors ist beabsichtigt, fünf Synchronmaschinen besonderer Art (synchronous rotary condensers) von je 35 000 kVA aufzustellen. Übrigens soll z. T. der Strom für die näheren Verbraucher nur auf 110 000 V. gespannt werden.

Über die wirtschaftliche Seite des Planes sind folgende Angaben gemacht.

Kanal und Maschinenhaus	34 186 150 $
Fernleitung und Transformatoren	27 457 655 $
Gerechnet wird mit rund	60 000 000 $
Bei 15 Proz. Leitungsverlust in Neuyork verfügbar	255 000 kW.[4])
Damit zu leisten bei jährlich 7500 Std. Vollast (= 85,7 Proz. Belastungsfaktor)	1912,5.10⁶ kWh.
Jährliche Solleinnahme 15 Proz. der Anlagekosten	9 000 000 $
Daher kostet 1 Jahres-kW.	35,3 $
Also 1 kWh.	0,47 Cent.

Alles für Grundbelastung; Spitzen durch Dampfanlagen bewältigt.

Demgegenüber kostete den fünf Gesellschaften, die Neuyork mit Strom versorgen, 1920 die Kilowattstunde 1 Cent., also mehr als das Doppelte, und nur für Erzeugung, ohne Verteilung. Hiernach schätzt die Superpower die Ersparnis, die die Gesellschaften machen könnten, auf über zehn Millionen $, wenn noch ein angemessener Betrag für die Zinsen, Abschreibungen und Steuern abgesetzt wird. W.K.

[3]) Nutzgefälle 92 m.
[4]) Kraftbedarf der Stadt N, 1919: 1,55 · 10⁶ kW
für 1930 geschätzt: 3,3 · 10⁶ kW

Be- und Entwässerungen

Abwässerbeseitigung von Siedlungen.

Richtlinien für die Abwässerbeseitigung von Siedlungen.

Der preußische Minister für Volkswohlfahrt hat mit Erlaß vom 30. 6. 1922 an die ihm unterstellten Regierungspräsidenten die nachstehenden, von der Landesanstalt für Wasserhygiene Berlin-Dahlen ausgearbeiteten Richtlinien veröffentlicht[1]), die wegen der Bedeutung der Be- und Entwässerungsfrage bei der Neuanlage von Siedlungen von allgemeinem Interesse sein dürften.

1. Bei der Auswahl von Siedlungsgelände ist von vornherein auf eine einfache und wirtschaftliche Wasserversorgungs- und Entwässerungsmöglichkeit (günstiges Geländegefälle, durchlässigen Boden, wasserreichen Vorfluter) zu achten.

2. Für Siedlungen im Bereich der Städte sind, sofern vorhandene Leitungen benutzt oder leicht erreicht werden können — also der Bau neuer und weiter Hauptleiter nicht in Frage kommt —, zentrale Wasserversorgung und Kanalisation, bzw. Ableitung und Behandlung der Abwässer (einschließlich Fäkalien) in hygienischer Hinsicht die vollkommensten Lösungen.

3. Die Anwendung von Einzelkläranlagen für jedes Grundstück bedingt entweder, daß die geklärten Abflüsse auf kurzem Wege einem geeigneten Vorfluter zugeführt oder im Untergrund der einzelnen Grundstücke zur Versickerung gebracht werden können.

Für Einzelkläranlagen sind nur Verfahren oder Konstruktionen zu wählen, die möglichst wenig Bedienung oder Sachkenntnis voraussetzen. Außerdem ist eine zentrale Aufsicht einzurichten.

Zu beachten ist ferner, daß Einzelkläranlagen eine spätere zentrale Entwässerung erschweren, und zwar wegen der den Bewohnern erwachsenden doppelten Ausgaben.

Geruchbelästigungen werden am besten durch unterirdische Verrieselung der Abwässer bei entsprechend durchlässigem Untergrund (Untergrundberieselung) vermieden; sie setzt zur Erhaltung der Aufnahmefähigkeit des Bodens eine möglichst weitgehende Entschlammung der Abwässer durch geeignete Vorbehandlung, z. B. durch mehr- (mindestens zwei-)kammrige Faulraumanlagen, voraus. Die erste, größere Kammer dient der Zersetzung der Schmutzstoffe, die zweite, kleinere, zur Sedimentation des Abwassers. Zur Einführung der so vorbehandelten Abwässer in den Untergrund sind leicht kontrollierbare Sickerrohrstränge, zugängliche Versickerungsflächen (z. B. nach Art der Mistbeete mit Glasabdeckung) oder dergleichen zweckmäßig, die einen reichlichen Luftzutritt und eine gleichmäßige Verteilung der Abwässer ermöglichen, was z. B. durch stoßweise Einführung der Abwässer (mittels Heber oder Kipprinnen) begünstigt wird.

Mit einer periodischen Aufdeckung, Reinigung und Erneuerung der Sickereinrichtung ist zu rechnen. Soll eine solche nur selten erforderlich werden, so sind entsprechend ausgedehnte Sickerstränge bzw. -Flächen vorzusehen. Bei Versickerungsanlagen sollte immer eine zentrale Wasserversorgung vorhanden sein, wenn nicht die Trinkwasserentnahme aus tieferen, gegen die versickerten Abwässer geschützten Schichten, oder in reichlicher Entfernung von den Versickerungsstellen möglich ist. (Vgl. 4 Abs. 4.)

4. Die Unterbringung der Fäkalien und Hausabwässer auf eigenem Gelände bedingt für jedes Anwesen genügend große Garten- oder Feldflächen. Je schwerer der Boden, desto weitläufiger muß die Bebauung sein.

Bei rein ländlichen Siedlungen können die Fäkalien aus landwirtschaftlichen Gründen auch auf weiter abliegende Felder abgefahren werden.

Wo die offene Ableitung von Küchen- und Waschwässern (mit oder ohne Niederschlagsabwässer) sich nicht umgehen läßt, muß für solche Abwässer, die auch ohne Fäka-

[1]) „Amtsblatt u. Halbmonatsschrift des Preuß. Ministeriums für Volkswohlfahrt" 1922 Nr. 15 S. 359—66. Heymanns Verlag. Berlin W. 8.

Digitized by Google

lien als hygienisch bedenklich anzusehen sind, ein rascher Abfluß in befestigten Rinnen gesichert sein in der Weise, daß eine Berührung der Bevölkerung mit diesen Abflüssen möglichst ausgeschaltet wird. Dies bedingt von vornherein eine entsprechende Gestaltung der Siedlung. Am günstigsten sind möglichst langgestreckte Siedlungen senkrecht zum Gefälle des Geländes (bzw. des Grundwassers) in der Weise, daß die Trinkwasserbrunnen oberhalb und die Sammelstellen und Ableitungen der Schmutzstoffe und Abwässer unterhalb des Baustreifens liegen. Eine in der Gefällsrichtung des Geländes sowie des Grundwassers mehrmalige, abwechselnde Aufeinanderfolge von Abortgruben und Trinkwasserbrunnen ist bei Neuanlagen grundsätzlich zu vermeiden. Wo dies nicht zu umgehen ist, sollten Brunnen mindestens 10 m, besser aber weiter, von der nächsten Schmutzstelle entfernt sein.

5. Bei jeder Siedlung ohne Kanalisation oder Einzelkläranlage ist die allgemeine Einführung von Spülklosetts schwer durchführbar, weil durch die mehrfach größere Menge der Fäkalabwässer ihre Unterbringung oder Abfuhr erschwert wird. In solchen Siedlungen empfiehlt sich eine Trennung der Fäkalien von den übrigen Abwässern. An Stelle der Spülklosetts können ohne gesundheitliche Nachteile auch Abortanlagen ohne Wasserspülung, Torfstreuklosetts u. dgl. Anwendung finden. Sie sind nach hyg. Gesichtspunkten so anzulegen, daß Gerüche oder Gase (auch bei der Entleerung der Gruben) in die Wohnräume nicht gelangen können, und eine Verunreinigung der umgebenden Bodenfläche sowie des Untergrundes ausgeschlossen ist."

Erläuterungen zu den Richtlinien für die Abwässerbeseitigung von Siedlungen.

„Es ist notwendig, schon für die Auswahl eines Siedlungsgeländes einen Fachmann für Be- und Entwässerungsfragen und den zuständigen Gesundheitsbeamten (Kreisarzt) zuzuziehen. Auf diese Weise wird auch erreicht, daß jeder einzelne Fall für sich beurteilt und ein nachteiliges Schematisieren vermieden wird.

Zu 1. Die erwähnten Gesichtspunkte für die Auswahl des Geländes gelten für alle Fälle, gleichgültig, ob die Be- und Entwässerung zentral (durch Wasserleitung und Kanalisation) oder durch Einzelanlagen (Einzelbrunnen, Grundstückskläranlagen, Gruben), erfolgen soll.

Zu 2. Aus diesen Gesichtspunkten ergibt sich, daß man eine Siedlung mit den allereinfachsten Verhältnissen, also ohne Wasserleitung und Kanalisation, nicht unmittelbar im Anschluß an städtische oder gar großstädtische Bebauung anlegen soll, weil eben in solchen Fällen mit den städtischen Bedürfnissen der Siedler zu rechnen ist. Eine Siedlung kann um so einfacher in bezug auf Be- und Entwässerung gehalten werden, je weiter sie von städtischer Bebauung entfernt bleibt. Kanalisationsanlagen nur für Hausabwässer mit getrennter Sammlung und Beseitigung der Fäkalien, sind insofern unwirtschaftlich, weil auch ohne die Fäkalien die übrigen Abwässer als hygienisch bedenklich anzusehen sind und ebenso behandelt und gereinigt werden müssen wie Abwässer mit Fäkalien. Wo landwirtschaftliche Interessen es fordern, können Abwässer oder feste Stoffe der Kanalisation oder der Kläranlage entnommen werden.

Zu 3. Ein bestimmtes bestes System für Einzelkläranlagen gibt es nicht, vielmehr muß diese Frage von Fall zu Fall entschieden werden. Es ist notwendig, daß die Einzelkläranlagen einer Siedlung im Projekt, in der Ausführung und im Betrieb nach einheitlichen Gesichtspunkten geprüft, überwacht und periodisch kontrolliert werden, womit eine entsprechend vorgebildete Kraft zu beauftragen ist. Bei Einzelkläranlagen empfiehlt es sich, die Regenwässer stets getrennt abzuleiten und zu behandeln. Sie können aber in gewissen Fällen zweckmäßig zur Verdünnung der Kläranlagenabflüsse Verwendung finden. Die Abtrennung der Regenwässer ist besonders bei der Untergrundberieselung geboten, wobei überhaupt jedes schnelle Ablassen größerer Abwassermengen (z. B. Abflüsse aus Waschküchen zu vermeiden oder durch entsprechend groß bemessene Faulkammern mit gewissem Aufspeicherungsvermögen bei gedrosseltem Abfluß zu mildern ist. Faulräume sind ferner so zu gestalten, daß sie möglichst zugänglich sind (zwecks Entfernung zu stark gewordener Schwimmdecke oder zwecks Schlammentleerung), und so zu bemessen, daß der anfallende Schlamm z. B. ein Jahr oder länger lagern kann, ohne den Wasserraum so zu verkleinern, daß der mechanische Effekt darunter leidet. Die einzelnen Kammern sollen für sich einzeln ausgeschaltet werden können, ohne daß der Betrieb der ganzen Anlage leidet oder unterbrochen wird. Für landwirtschaftliche Zwecke empfiehlt es sich, die Faulgruben mit Pumpen zur Entnahme von Schlamm oder Abwasser (zur Düngung) auszustatten. Die Untergrundberieselung erfordert möglichst durchlässigen Sand- oder Kiesboden (unter Umständen auch Löß). Die Versickerungszone muß vorher trocken sein, also hoch genug über dem höchsten Grundwasserspiegel liegen. Zwecks Belüftung und Vergrößerung der Eintrittsfläche in den gewachsenen Boden empfiehlt es sich, um den Versickerungskanal herum eine genügend starke Packung aus groben Stücken anzuordnen. Davon hängt auch die Belastungsmöglichkeit der Anlage ab, sowie der Zeitraum der Aufnahme, Erneuerung oder Wahl einer neuen Versickerungszone. Richtig angelegte, genügend groß bemessene und sachgemäß betriebene Versickerungsanlagen können zehn Jahre und mehr ohne Aufnahme oder Erneuerung ausreichen. Aus diesen Gründen können bestimmte, allgemein gültige Belastungsziffern nicht aufgestellt werden. Die Versickerungsstränge sollen mit gerader Rohrachse verlegt und ihre Lage auf der Oberfläche bezeichnet werden; ihre frostfreie Tiefenlage ist nach den klimatischen Verhältnissen des Einzelfalles zu bestimmen. Versickerungen in klüftiges Gebirge usw. bedingen sachverständige, geologische Voruntersuchungen über den Abflußweg, den die Abwässer nehmen können.

Zu 4. Es ist darauf hinzuweisen, daß man über den Charakter einer Siedlung, ob städtisch oder ländlich, von

Turbinen
für alle Gefälle und Wasser-Verhältnisse, insbesondere Schnell-Läufer

Turbinen-Regler
nach Korns Patenten für Gewerbebetrieb und elektrische Anlagen, letztere mit Regelung der Erregung nach der Belastung

Turbinen mit **Stahlstirnräder-Übersetzungen**
zur Einheit zusammengebaut für Antrieb von Stromerzeugern mit wirtschaftlichsten Drehzahlen bei 97% bis 98% Wirkungsgrad der Übersetzung

Wasserkraft-Elektrizitätswerke
baut
F. Schichau, Elbing
Generalvertretung für ganz Bayern: 443
Ingenieur A. Lenz, München,
Goetheplatz 1.

Digitized by Google

vornherein im Klaren sein muß. Wie groß die Garten- oder Feldflächen für jedes Anwesen zur Unterbringung der Fäkalien und Hausabwässer auf ihnen im Einzelfall sein müssen, läßt sich nur nach den örtlichen Verhältnissen von sachverständiger Seite feststellen. Bevor Ausnahmen von den baupolizeilichen Bestimmungen bezüglich der Lage von Schmutzstoffansammlungen und Einzelbrunnen zugelassen werden, müssen die Verhältnisse von dem zuständigen Gesundheitsbeamten (Kreisarzt) besonders geprüft werden.

Zu 5. Bei schwerem Boden, mangelnder, oberirdischer oder unterirdischer Ableitungsmöglichkeit, nicht genügend weitläufiger Bebauung bleibt (außer der Kanalisation) schließlich kein anderer Weg übrig, als die Abfuhr, die bei den heutigen Verhältnissen selbstverständlich nur auf die Fäkalstoffe zu beschränken ist, weil die Abfuhr der mehrfach größeren Abwassermengen wirtschaftlich nicht durchzuführen ist. An die Stelle von Spülklosetts treten in solchen Fällen deshalb besser andere Einrichtungen bewährter Art.

Auf Bäder braucht auch unter den einfachsten ländlichen Verhältnissen nicht verzichtet zu werden, nur ist es zweckmäßig, daß die Badegelegenheit (Wannenbäder und Brausen) an einer Stelle zusammengelegt werden, wo die Entwässerung leicht durchführbar ist."

Verschiedenes

Eisschwierigkeiten bei Dämmen. Bei der Keokukanlage im Mississippi wurden in den letzten Jahren Dammschleusen und anderes mit Erfolg mittels komprimierter Luft, die in angemessenem Abstand von der Wasserseite der Schleusen in geeignete Tiefe unter die Eisdecke hinabgeschickt wird, von Eis frei gehalten. Das Verfahren ist in der Januarnummer der Zeitschrift Compressed Air Magazin 1923 ausführlich beschrieben.

Komprimierte Luft soll auch schon dazu verwendet worden sein, um bei ungeschützten Strandhügeln und bei Bauarbeiten im Wasser den Wogenschwall zu dämpfen. Inwieweit das Auspumpen von Luft unter Wasser bei Fahrzeugen, die schwerem Seegang ausgesetzt sind, ähnlich dem Ausgießen von Öl, — Sturzseen zu beruhigen, geeignet ist, dürfte noch nicht erprobt sein. Dr. S.

Große kanadische Wasserkraftpläne. Nach einer Mitteilung aus Montreal über eine Rede des Ministerpräsidenten Tascherau im Staate Quebec hat am 9. Dezember Sir William Price in Montreal, der Chef des großen Papierkonzerns Price Bros Ltd., und Mr. James B. Duke, der bekannte Tabakgeldmann in New York, die Erlaubnis erhalten, den Sagueanyfluß für ungefähr 1 000 000 PS. auszubauen. Der erste Ausbau sah eine Anlage bei dem Ausfluß aus dem See St. John von 200 000 PS. für einen Kostenbetrag von 45 000 000 Kr. (die einer schwedischen Quelle entnommene Angabe ist in schwedischen Kronen gegeben) [225 Kr. für die PS.] vor.

Spätere Auslassungen von Mr. Duke lassen schließen, daß man im ganzen über 1 200 000 PS. ausnützen zu können rechnet, daß eine Gesellschaft mit 25 Millionen Dollar Kapital schon gebildet ist und daß der erste Ausbau, der Anfang 1925 fertig werden sollte, 400 000 PS. vorsieht, von denen Price Bros Ltd. schon gegen 200 000 PS. für ihre Werke belegt haben. Die letztere Firma soll neulich 21 000 qkm Waldboden erworben haben, für dessen Ausnützung die übrigen 800 000 PS. beansprucht werden sollen. Dr. S.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserstraßen. Rheinschiffahrt von Straßburg bis zum Bodensee. Vortrag v. Geh.-Rat Prof. Dr. de Thierry. „Zeitschr. f. Binnenschiffahrt" 1923, Heft 4. S. 37—42. (Schiffahrtsakte — Einführung der Dampfschiffahrt — Rheinregulierung — Schiffbarmachung des Rheins

Lagerliste ab 28. Mai 1923.

I. Neue Drehstrom-Motore mit Kurzschluss-Anker und Kupferwicklung

St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	Nähere Bezeichnung	Netto-Preis	St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	Nähere Bezeichnung	Netto-Preis
2	1	220/380	1450	Pöge	ohne Sterndr. Schalter	760000.—	6	2	220/380	950	Bergmann	ohne Sterndr. Schalter	1,240000.—
2	1,5	220/380	1450	„	„	880000.—	2	3	220/380	1450	BEW Nürnberg	„	1,200000.—
2	2	220/380	1450	„	„	1,040000.—							

II. Neue Drehstrom-Motore mit Schleifring-Anker und Kupferwicklung.

St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	Nähere Bezeichnung	Netto-Preis	St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	Nähere Bezeichnung	Netto-Preis
1	3	120/210	1450	Pöge	mit Anlasser	1,880000.—	1	10	120/210	1450	Pöge	mit Anlasser	3,930000.—
1	3,06	220/380	1450	Bergmann	„	1,880000.—	1	12,5	115/200	1450	„	„	4,994000.—
1	4	120/210	1450	Pöge	„	2,210000.—	1	12,5	220/380	1450	Ziehl-Abegg	„	4,994000.—
3	4	220/380	1450	Ziehl-Abegg	„	2,210000.—	1	12,5	220/380	950	Bergmann	„	6,150000.—
1	5	120/210	1450	Pöge	„	2,510000.—	1	15	220/380	1450	Heidenau	„	5,621000.—
2	5	220/380	1450	„	„	2,510000.—	1	15	220/380	1450	Pöge	„	5,621000.—
1	6,1	110/190	1450	Heidenau	„	2,860000.—	1	15	220/380	950	Bergmann	„	6,897000.—
1	6,1	220/380	1450	„	„	2,860000.—	1	15	220/380	750	Maffei-Schw.	„	8,217000.—
2	7,5	220/380	1450	Pöge	BAV „	3,240000.—	1	20	220/380	1450	Pöge	„	6,798000.—
1	10	220/380	1450	Bergmann	„	3,930000.—	1	25	220/380	1450	BEW Nürnberg	„	7,882000.—
1	10	220/380	1450	Pöge	„	3,930000.—	1	30	220/380	1450	Pöge	„	8,976000.—

Elektromotor München
G. m. b. H.

Lindwurmstrasse 76a.
Telefon 73671.

Digitized by Google

von Basel bis zum Bodensee — Regulierung oder Kanalisierung?)

— Schweiz. Rhone—Rhein-Wasserstraße. „Schweizer. Bauzeitung" 1923. Nr. 5, S. 52—54. (Erörterung eines Kanalprojektes von Genf nach Koblenz.)

Wasserkraftnutzung. Wasserwirtschaftsplan des oberen Aaregebietes bis zum Bielersee. Von H. Stoll, Ber. Ing., Bern. „Schweiz. Wasserw." 1923. Nr. 7. S. 123—132. 3 Abb. (Allgemeines — Geschichtliches – Kraftwerksstatistik – Grundlagen der Wirtschaftspläne.)

— Stand des Großwasserkraftausbaues in Bayern mit Berücksichtigung der Schiffahrt auf bayer. Wasserkraftkanälen. Von Ministerialrat Th. Freitag, München. „Schweiz. Wasserwirtschaft 1923. Nr. 7. S. 132—138. (Forts. u. Schluß. 5 Abb. Zusammenf. Darstellung — Kurze Beschreibung der Großwasserkraftanlagen — Maßnahmen für spätere Einsetzung der Schiffahrt — Weiteres Vorgehen des bayer. Staates in der Wasserkraftnutzung.)

— Beitrag zur Ermittlung einer sparsamen Wasserschloßform. Von Ing. Jos. Zorn, Innsbruck. „Zeitschr. d. Ö. Ing.- u. Arch.-V." 1912. Nr. 11/12. S. 65—67. 3 Abb. (Ausbildung des Wasserschlosses in 2 Kammern, einer unteren zum Zwecke der Wasserabgabe bei Betriebsaufnahme und einer oberen Kammer als Sammelraum des Überwassers bei rascher Betriebseinstellung.)

— Die Einheitsgrößen der Francisturbinen unter wechselnden Bedingungen. Von Dr. Ing. G. Karraß, Berlin. „Z. d. V. d. I." 1923. Nr. 14. S. 346—348. 11 Abb. (Die Einheitsgrößen der Francisturbine, insbesondere die spezifische Umlaufzahl, bleiben für eine bestimmte Laufradbauart nicht gleich, sondern ändern sich mit dem Beiwert, dem Austrittsverlust und den Eintrittswinkeln. Berechnung dieser Änderungen und Darstellung in Kurven.)

— Das Caribou-Kraftwerk in Kalifornien. „Z. d. V. d. I." 1923. Nr. 14. S. 350—351. 8 Abb. (Beschreibung der 1921 in Betrieb genommenen Hochdruckanlage mit einem Nutzgefälle von 308 m und einer Maschinenleistung von zunächst 44 000 kW, späterer Ausbau 130 000 kW.)

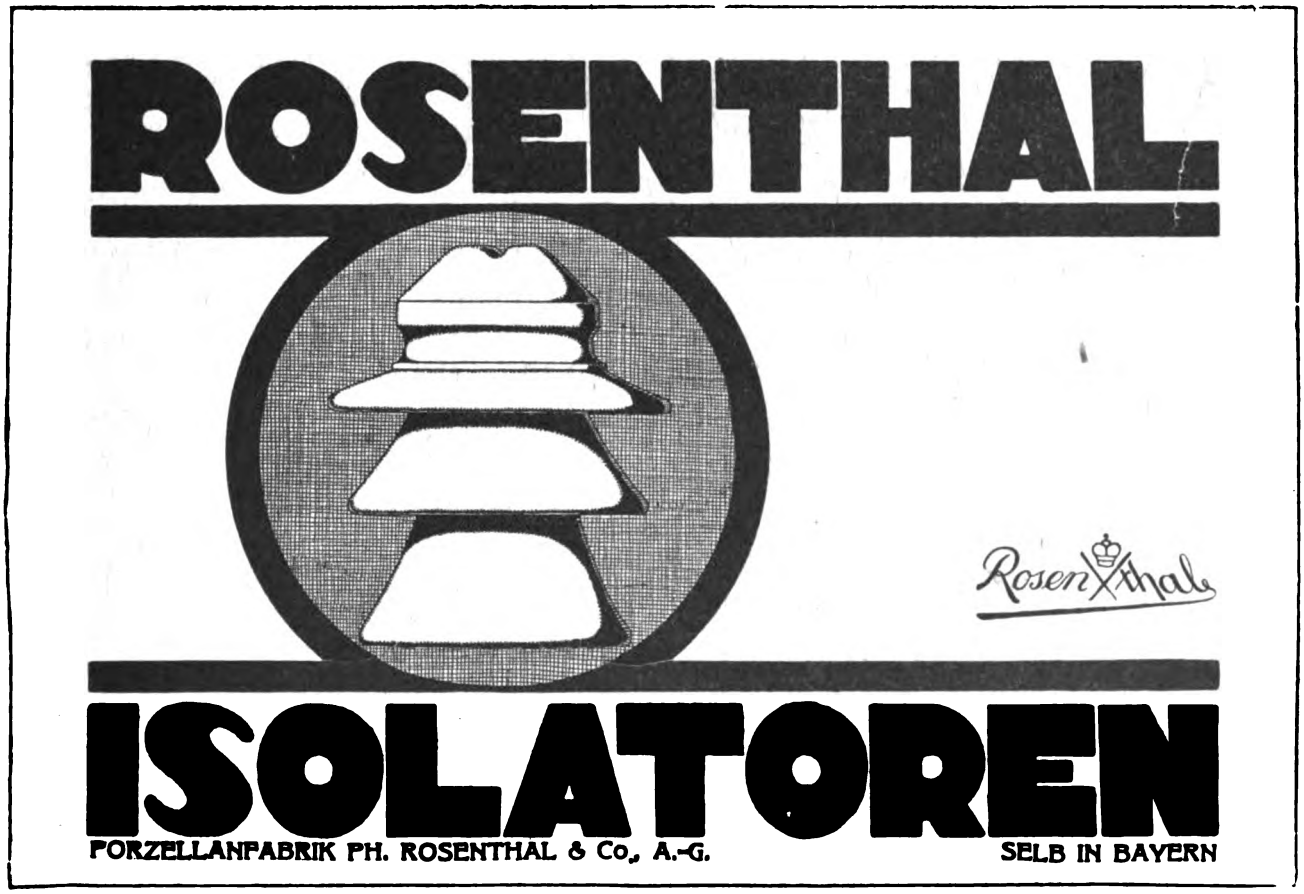
— Bemessung eines Staubeckens für den Tagesausgleich. Von Dr. Ing. Rolf Lamberg, Reichenberg. „Der Bauing." 1923. Heft 7. S. 215. (Angabe einer einfachen rechnerischen Ermittlung der Größe eines Stauweihers für Tagesausgleich bei Wasserkraftanlagen.)

— Neue Großwasserkraftprojekte in Oberösterreich. Von Ing. E. Gürtler. „Die Wasserwirtschaft." (Vollständige Erfassung der Wasserkräfte der Traun. Drei Vorschläge zur Nutzbarmachung der Wasserkräfte.)

— Über die Anschätzung der Lage des Felsenuntergrundes beim Planen von Wasserkraftanlagen. Von Prof. Dr. J. Stiny, Bruck a. d. Mur. „Die Wasserwirtschaft" 1923. Nr. 3. S. 25—27. 2 Abb. (Angabe einiger Gesichtspunkte und Winke für den Ingenieur bei Vorerhebungen über die Lage des Untergrundes.)

— Das Walchensee- und Bayernwerk. Von E. Mattern, Potsdam. „Z. d. V. d. I.". 1923. No. 1, 2, 4. S. 1—6, 36—39, 77—80. 35 Abb. (Vorgeschichte, wasserwirtschaftliche Grundlagen, Beschreibung der einzelnen Bauwerke, wirtschaftliche Grundlage und Form der Unternehmungen, Kraftverwertung, Baukosten und Bauausführung.)

— Das neue Kraftwerk am Niagarafall in Queenstown (Kanada). Von P. Calfas. „Le Génie Civil" 1923. No. 3, S. 49—53. 9 Abb. (Beschreibung des baulichen und maschinellen Teiles des neuen Kraftwerkes, insbesondere der Turbinen, deren Einzelleistung 55 000 PS. bei 50 m³/sec. beträgt.)



Digitized by Google

Wasserbau. Untersuchungen und Erfahrungen über die Wasserdurchlässigkeit von Mörtel und Beton. Mitteilung aus der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart. Von O. Graf, Stuttgart. „Der Bauing." 1923. Heft 8. S. 221 bis 226. 4 Abb. 3 Zahlentafeln. (Allgemeines. — Größe der Versuchskörper. — Versuchseinrichtung. — Versuchsergebnisse.)

— Über die neuesten Erfahrungen im Gußbetonbau. Aus einem Vortrag in der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen, geh. am 23. Nov. 1922 in der Technischen Hochschule Charlottenburg. Von Dr. Ing. Enzweiler. „Der Bauing." 1923. Heft 6. S. 161 bis 169. 19 Abb. (Angaben über die Vorzüge des Verfahrens und Beschreibung der wirtschaftlichsten Arbeitsweise bei einer Reihe von im Gußbeton hergestellten Bauten.)

— Wasserdurchlässigkeit von Lehm und Beton. „Z. d. V. d. I." 1923. Nr. 5. S. 114—115. 3 Abb. (Ergebnisse von Versuchen mit Lehm und Beton als Abdichtungsmaterial.)

— Anwendung des Betongußverfahrens beim Bau von 2 Staumauern für die Stadt San Francisco. „Der Bauing." 1923. Heft 8. S. 248, nach „Eng. News Record". Bd. 88. Nr. 22 u. 23. u. Bd. 89, Nr. 12. (Beschreibung des Verfahrens, der Einrichtungen hierfür und der verwendeten Materialien.)

— Zur Beurteilung von Grundwasserabsenkungsflächen beim Brunnenabstrich. Von Dr. Ing. Beger, Danzig. „Bautechnik" 1923. No. 3, S. 17—19. (Praktische Bestätigung der Versuche, bei denen die Forchheimersche Formel $V = k \cdot J^n$ der Vorzug gegeben wurde gegenüber der Darcyschen $V = k \cdot J$.

Talsperren. Talsperrenpläne in Böhmen. Von Prof. Ing. A. Rosenkranz. „Wasserwirtsch. Mitteilungen des Deutschen Meliorationsverb. f. Böhmen" 1922. Nr. 9 und 10. (Technische und wirtschaftliche Angaben über eine Reihe von neuen Projekten.)

Wasserversorgung. Die Betriebswasserversorgung der Laurahüttegrube in Laurahütte (Oberschl.). Von Maschineninspektor H. Kratz, Laurahütte. „Z. d. V. d. I." 1923. Nr. 5. S. 97—100. 8 Abb. (Verbesserung der dortigen Betriebswasserverhältnisse durch Anlage einer Wasserversorgung aus dem Brinitzafluß. Einzelheiten der Wasserentnahme, der Leitungsführung unter schwierigen Geländeverhältnissen, der Regelung und Verteilung des Wassers.)

— Bedeutung des Chlorgasverfahrens für die Trinkwasserversorgung. Von H. Selter und W. E. Hilgers. (Nähere Angaben über eine Reihe von Versuchen, die im Hygienischen Institut der Universität Königsberg über Chlorwirkung vorgenommen wurden.

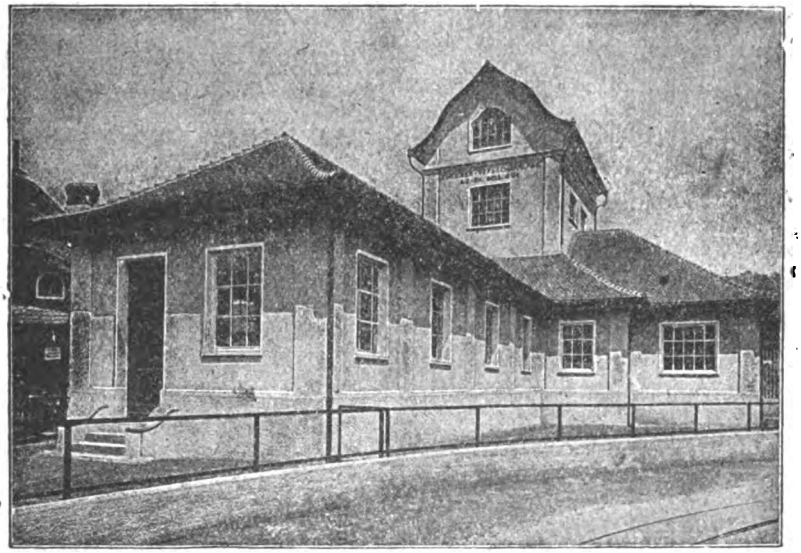
Abwasserreinigung. Herabsetzung der Bau- und Betriebskosten f. Abwasserkläranlagen. Von G. Straßburger. Erfurt. „Ges. Ing." 1923. Heft 10. S. 106—110. 6 Abb. (Beschreibung der zweckmäßigsten Anordnung von Abwasserreinigungsanlagen im allgemeinen, um die Anlage- und Betriebskosten herabzusetzen.)

Entwässerungen. Die Entwässerungsverfahren der Kleinhaussiedlungen. Von Stadtbauing. H. Heyd, Essen, mit einem Nachtrag von Dr. Ing. Imhoff, Essen. „Techn. Gemeindebl." 1923. Nr. 20. S. 141 bis 143 u. Nr. 21. S. 147—149. 1 Zahlentafel. (Betrachtungen über das zweckmäßigste Entwässerungsverfahren im Verhältnis zum Verkehr und zur Gesundheitspflege. Überlegenheit der Kanalisation mit Spülabort vor allen anderen Verfahren.)

Buchbesprechungen

Elektrotechnik (Starkstromtechnik). Eine Vorschule für Studierende, ein Lehr- und Nachschlagebuch für Prak-

A. G. der Maschinenfabrik von **Theodor Bell & Co.** Kriens-Luzern. Gegründet 1855.



Turbinen-Versuchs-Anlage der A.G. Theodor Bell & Co. Kriens

für Hochdruck- u. Niederdruck-Turbinen u. Regulatoren

Wasserturbinen, Präzisionsregler, kompl. hydraulische Anlagen — Maste u. Tragwerke für elektr. Leitungen.

Digitized by Google

tiker aus allen Gebieten der Industrie. Von Dr. Ing. e. h. M. Schenkel, Obering. der Siemens-Schuckertwerke. (9. Aufl., 1923. Verlag von T. T. Weber, Leipzig.)

Es liegt der I. Teil des Werkes, betitelt „Die Grundlagen der Starkstromtechnik" in neuer Auflage vor. Vorweg sei genommen, daß es sich hier um ein geradezu hervorragendes Einführungswerk handelt, welches in bezug auf Klarheit der Darstellung, Einfachheit und Schlichtheit des Ausdruckes bei Wahrung strengster Wissenschaftlichkeit kaum übertroffen werden kann; es muß ferner festgestellt werden, daß die Bezeichnung „Vorschule" im Untertitel reichlich bescheiden gewählt ist. Der Verfasser bringt auf 226 Seiten die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik, ausgehend von der Faraday-Maxwellschen Lehre, in so leichtfaßlicher, man möchte fast sagen, angenehmer Weise, daß das Studium dieses Buches dem Lernenden wie dem Fachmann ein Genuß sein muß. Letzterer wird mit Interesse bemerken, wie gerade diejenigen Begriffe, welche erfahrungsgemäß Schwierigkeiten bereiten, mit besonderer Liebe und Sorgfalt behandelt sind; ferner wird er sehen, wie überall ausnahmslos die Anwendung in der Praxis maßgebend war für den Raum, der der Beschreibung und Erläuterung der einzelnen Erscheinungen gewidmet ist. Wenn wir noch bemerken, daß selbstverständlich die neuesten Ergebnisse der Forschung und der augenblickliche Stand der technischen Entwicklung berücksichtigt sind, so dürfte zur Orientierung über das Werk nachstehende Aufzählung der Hauptabschnitte genügen: 1. Magnetismus (grundlegende Versuche, Faraday-Maxwellsche Theorie). 2. Elektromagnetismus. 3. Hysteresis. 4. Die Elektrizität. 5. Der elektrische Strom. 6. Die induzierten elektromotorischen Kräfte und Ströme. 7. Die Wechselstromerscheinungen. 8. Stromanstieg und Stromabnahme, Schwingungen und Wanderwellen. 9. Die eingeprägten, elektromotorischen Kräfte (Galvan. Elemente, Akkumulatoren etc.). 10. Elektrodynamik. 11. Die Elektrizitätsleitung in Flüssigkeiten und Gasen. 12. Maßsysteme; Formeltabelle. Dies der Inhalt des I. Teiles: „Die Grundlagen der Starkstromtechnik"; wer den 1. Band studiert hat, wird dem Erscheinen des ebenfalls in Neubearbeitung begriffenen 2. praktischen Teiles mit größtem Interesse entgegensehen. P.

Geschäftliches

Rhein—Main—Donau-A.-G. Die bis 16. 4. zur Zeichnung aufgelegte Dollaranleihe fand eine überaus günstige Aufnahme. Die aufgelegte Summe wurde um etwa 2 Mill. Goldmark überzeichnet. Es haben sich auch norddeutsche Industrie- und landwirtschaftliche Kreise lebhaft beteiligt, und auch in der Tschecho-Slovakei, in Ungarn und Holland ist gezeichnet worden.

A.-o. Generalversammlung der Neckar-A.-G. Die am 6. März stattgefundene a.-o. Generalversammlung hat die Grundlage für die weitere Finanzierung des Unternehmens gelegt. Es wurde Beschluß gefaßt, wegen der ungeheuer gestiegenen Baukosten die Bauarbeiten zunächst auf diejenigen Kraftwerke zu beschränken, die am raschesten eine

Zeichenpapiere, Detailzeichenpapiere, Oelpauspapiere, Naturpauspapiere, Millimeterpapiere etc.
kaufen Sie vorteilhaft bei
Ernst Bayer, München, Theresienstraße 19
Spezialgeschäft Techn. Papiere. 364
Verlangen Sie bemusterte Offerte!

Bahr's Normograph

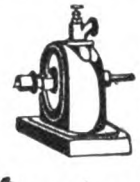
Schriftschablonen
D. R. P. für Industrie, Handel, Gewerbe
Korrekte Druckschrift
267 Prospekte kostenlos
P. Filler, Berlin S42

Wasserturbinen
TURBINENHAAG
Nürnberg 16 429

NIGRIT
Erprobter Zementschutzanstrich
macht wasserdicht!
macht wasserdicht!
Rosenzweig & Baumann
Kassel u. München

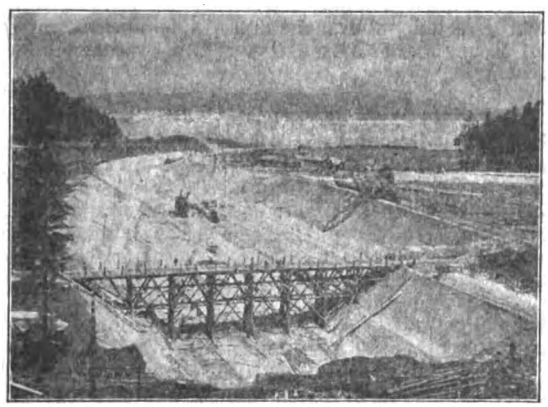
Dr. Ing. Adolf Ludin
Ingenieurbüro für Wasserkraft, Wasserwirtschaft und Elektrizitätsversorgung, Ges. m. beschr. H.
In Arbeitsgemeinschaft mit Dr. Ing. h. c. Viktor Graf
Karlsruhe i. B. Hardtstr. 86 — München-Laim Stadtlohnerstr. 8
Industriebau / Gleisanschluß
Elektrizitätswirtschaft
Wasserkraftausbau/Abwasserreinigung / Wasserversorgung
Gutachten / Entwürfe / Bauleitung
Unabhängige Beratung nach den Grundsätzen des V. B. I.
Bezirksstellen in allen Teilen Deutschlands 323

Maschinen-Turbinen
Elektrik-Regulatoren


Baut seit Jahren
Maschinenbau-Anstalt Grimmitschau Kempten Allgäu

Digitized by Google

Rente abwerfen und damit die Fortsetzung des Ausbaues der Schiffahrtsstraße sichern werden. Es sind dies die Kraftwerke an den Staustufen Wieblingen und Neckarsulm, deren Fertigstellung mit allem Nachdruck betrieben werden soll. Zu diesem Zweck hat die Generalversammlung beschlossen, das jetzt 560 Mill. M. betragende Aktienkapital um 2 Milliarden 600 Mill. M. zu erhöhen, die von Reich und den Ländern Württemberg, Baden und Hessen übernommen werden sollen. Außerdem werden das Reich und die Länder der Neckar-A.-G. Darlehen zur Verfügung stellen, die auch für die Neckarverlegung bei Ober- und Untertürkheim und für den Abschluß der zunächst zurückzustellenden Arbeiten bei Ladenburg, Horkheim und Obereßlingen verwendet werden sollen.



Unterwasser-Kanal Walchensee-Kraftwerk.

Edwards & Hummel Alfred Kunz

Bau-Unternehmung

MÜNCHEN

Entwurf und Ausführung von

Wasserkraft-Anlagen

Beton- und Eisenbeton-Bauten

98/254

Bauunternehmung J. WAHLER & Co., G. m. b. H.

MÜNCHEN

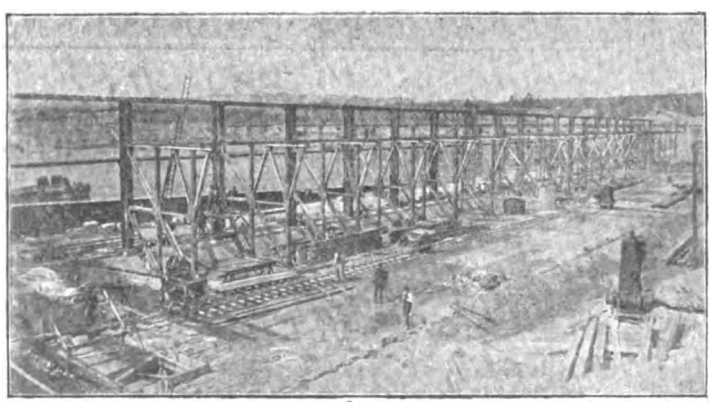
Schraudolphstraße 2a

Fernspr. 23864, 23865, 23866, 54090

Drahtanschrift: Wahlerbauten

480

Wasserkraftanlagen, Eisenbahn-, Brücken- und Tunnelbauten, Trocken- und Naßbaggerungen, Hoch- und Industriebauten, Torkretarbeiten.



Gießereien, Eisenkonstruktionswerk und Maschinen-Fabrik

F. S. KUSTERMANN

G. m. b. H. **MÜNCHEN**

Rosenheimerstraße 120

Schleusen, Torschleusen, Rechen, Wehranlagen

bis zu den größten Abmessungen.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 12 **München, 15. Juni 1923** **18. Jahrgang**

An unsere Leser!

Wir sind gezwungen, von unseren Lesern für das ablaufende Quartal eine Nachzahlung von Mk. 1500.— zu fordern. Eine Begründung dürfen wir uns wohl ersparen und bitten, den Betrag sofort durch beiliegende Zahlkarte auf unser Postscheck-Konto München Nr. 15109 zu überweisen. Falls wir nicht innerhalb 8 Tagen im Besitz des erbetenen Betrages sind, werden wir denselben plus Mk. 150.— Spesen und Porto per Nachnahme erheben.

Richard Pflaum Verlag, A.G., München.

Über Ausbildung und Erfahrungsergebnisse verschiedener kleiner Kanaltypen für Wasserkraft- und Bewässerungsanlagen

Von Dr. Ing. und Dr. rer. pol. Karl Haller, Regierungsbaumeister.

In den Vereinigten Staaten Nordamerikas, wo innerhalb der letzten Jahre eine Reihe bedeutender Wasserkraft- und ausgedehnter Bewässerungsanlagen ausgeführt worden sind, wurde der wirtschaftlichen Ausbildung der Wasserzuleitungskanäle besondere Aufmerksamkeit zugewendet. Wenn man beachtet, daß sich solche Kanäle dort nicht selten auf viele Meilen erstrecken, so ist bei der Wahl eines Kanaltyps dessen Wirtschaftlichkeit, insbesondere betreffs der Unterhaltung, von wesentlicher Bedeutung und daher auf das sorgfältigste zu prüfen. Es sind nun innerhalb der verflossenen 5 Jahre anläßlich verschiedener umfangreicher Bauten verschiedene Typen ausgebildet und bezüglich ihrer praktischen Brauchbarkeit genau beobachtet worden. Über die Ausbildung und die bisher mit solchen Typen gesammelten Erfahrungen soll im folgenden, im Hinblick auf unsere eigenen Bedürfnisse das Wesentlichste mitgeteilt werden.

Bereits im Jahre 1908 wurde im Modesto-Bewässerungsdistrikt in Kalifornien eine Versuchstiype rechteckigen Querschnitts aus Rotholz (1,65 m Wassertiefe, 3 m Breite) ausgeführt[1]). Die Holzrinne erhielt eine 2,5 cm starke bewehrte Zementauskleidung. Als Bewehrung wurde eine $^3/_8$ Zoll starke galvanisierte Metallgeflechteinlage verwendet. Der Gedanke dieser Dichtungsart, der sich bei dieser verhältnismäßig kurzen Versuchsrinne über den Dry Creek im allgemeinen bewährt hatte, wurde im Jahre 1913 durch T. K. Beard für die Dichtung eines hölzernen Rohölbehälters wieder aufgenommen und verbessert. Der kreisrunde Tank von 15 Quadratfuß Querschnittsfläche war bei einem Fassungsvermögen von 9500 Gallonen (ein Gall. = 3,79 l) 1,85 m tief. In diesem Falle wurden zwei Dichtungslagen von zusammen $^3/_4$ Zoll Stärke eingebaut. Auch dieser kleine Versuch war von Erfolg, so daß die Ausführung von Holzrinnen mit Zementbestichauskleidung in größerem Maße in Angriff genommen werden konnte. Vergleichende Kostenberechnungen über mit Metall, Holz und Zement ausgekleideten Holzrinnen gaben den letzteren in Bezug auf Wirtschaftlichkeit den Vorzug. Infolgedessen wurde im Winter 1916/17 die erste größere Versuchsstrecke mit etwa 300 m Länge gebaut, die aus 2,5 cm starken Oregonfichtendielen Nr. 2 hergestellte rechteckige Rinne hatte eine Breite von 1,90 Meter bei 0,90 m Wassertiefe. Die Innenverkleidung wurde aus einer $^3/_8$ Zoll starken Drahtgeflechteinlage mit V förmigen, in Abständen von 20 cm angeordneten Rippen, die zugleich das Geflecht in dem gewünschten Abstande von den Holzwandungen hielten, ausgeführt. Das Mischungsverhältnis der mindestens 2,5 cm starken Dichtungshaut war ein Teil Zement, drei Teile Sand und 10 Prozent des Zementgewichts trockener gelöschter Kalk. Über die konstruktive Ausbildung dieses Kanaltyps gibt der durch die Abbildung 1 wiedergegebene Regelquerschnitt hinreichenden Aufschluß.

Nachdem diese Ausführung sich als brauchbar erwiesen hatte, wurde mit dem Bau der weiteren geplanten Strecken begonnen. Beim Bau der vorerwähnten ersten Strecke sind keine Dehnungsfugen eingelegt worden. Dies hatte jedoch zur Folge, daß an den beiderseitigen Anschlußstirnmauern eine Querfuge von $^3/_8$ Zoll Breite entstand. Diese Lehre wurde nun bei Ausführung der zweiten Strecke beherzigt. In dieser sind Dehnungsfugen ähnlicher Konstruktion, wie die bei Brückenbauten üblichen Überlappungen eingebaut worden. Die Ausführung derselben ist in der in Fußnote angegebenen Quelle eingehend beschrieben. Aus dieser zweiten Strecke entstanden dann auch, abgesehen von den Stellen der V förmigen Querrippen, an denen die bewehrte Zementdichtungshaut auf die halbe Stärke vermindert ist, keinerlei nennenswerte Längsrisse. Wo solche in kaum wahrnehmbarer Weise

[1]) Engineering News-Record, Vol. 85, Nr. 23, Seite 1090.

Digitized by Google

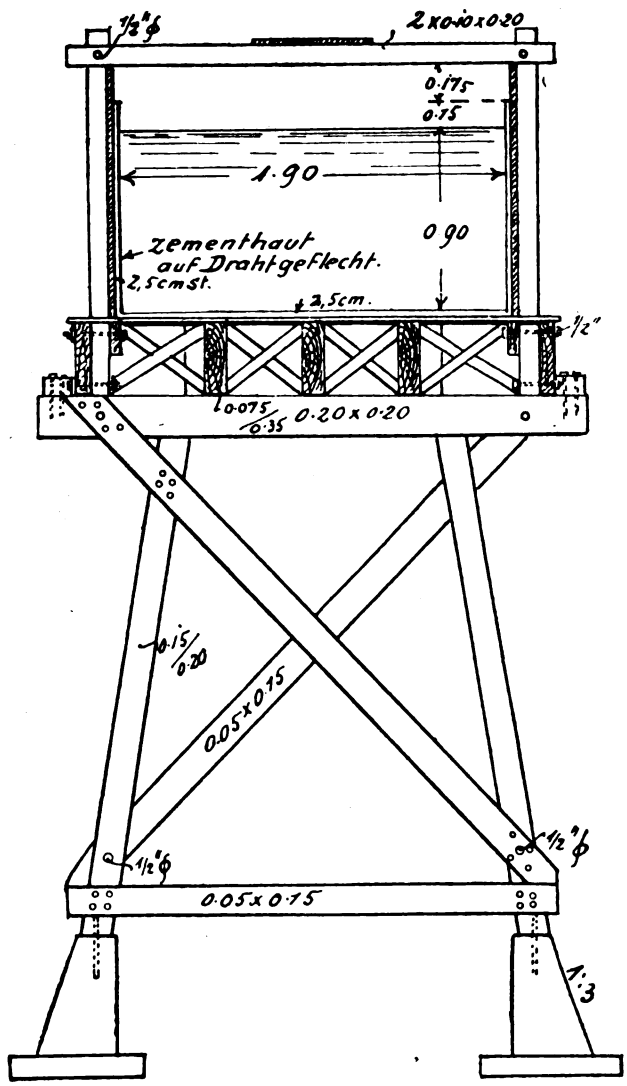


Abbildung 1.

festzustellen waren, konnten sie durch einen dünnen Asphaltanstrich leicht gedichtet werden. Letzteres traf dagegen für einige 1/16 Zoll bis 3/32 Zoll breite Querrisse, die im mittleren Drittel der Rinne entstanden sind, nicht zu, da hier augenscheinlich die Bewegung eine zu starke war, um die Asphaltfüllung dichthalten zu lassen. Das vollständige Fehlen jeglicher Risse in dem obengenannten Öltank, sowie die inzwischen bei den ausgeführten Strecken gesammelten Erfahrungen ließen es ratsam erscheinen, in Abständen von 100 bis 110 m Dehnungsfugen einzubauen.

Für den dichtenden Asphaltstrich wurden für eine Fläche von 1000 Quadratfuß 125 (amerik.) Pfund Asphalt benötigt; drei Mann versahen innerhalb dreier 8 stündiger Arbeitstage eine Fläche von 12 000 Quadratfuß mit Asphaltüberzug.

Für den Bau der erstgenannten, 300 m langen Kanalstrecke, sind durchschnittlich folgende Löhne für den 8 stündigen Arbeitstag bezahlt worden:

für 1 Taglöhner 2,75 Dollar,
für 1 Zimmermann 3,5—4,5 Dollar,
für 1 Zementarbeiter 4—4,5 Dollar.

Die Kosten der Einzelteile der Dichtung stellten sich durchschnittlich für ein Quadratyard (= 0,48 cm²) wie folgt:

Drahtgeflecht	25,4 Cents
Verlegen des Geflechts	6,1 „
Arbeitslohn	14,0 „
Annetzen und Aufsicht	3,3 „
Zement, Sand, Kalk	18,4 „
Gesamtkosten für 1 Quadratyard	67,2 Cents.

Die bisher für diese Strecke angefallenen Unterhaltungskosten sind geringere, als jene für Holzkanäle ohne bewehrte Zementdichtung.

Beim sogenannten King Hill Projekt hat die amerikanische Staatsforstbehörde fünf verschiedene Kanalquerschnittstypen ausprobiert[2]). Einige dieser Normen haben unter bestimmten Voraussetzungen beträchtliche Vorteile gezeigt. Die Gründung dieser Typen erfolgte zumeist auf Fels. Kanaltypen ohne Dehnungsfugen erforderten geringere Unterhaltungskosten, als solche mit Temperaturfugen. Wo die Gründung solcher Kanäle auf Ton oder Lehm erfolgen muß, ist die Ausführung von Dehnungsfugen nicht ratsam. Der Typ der Abbildung 2

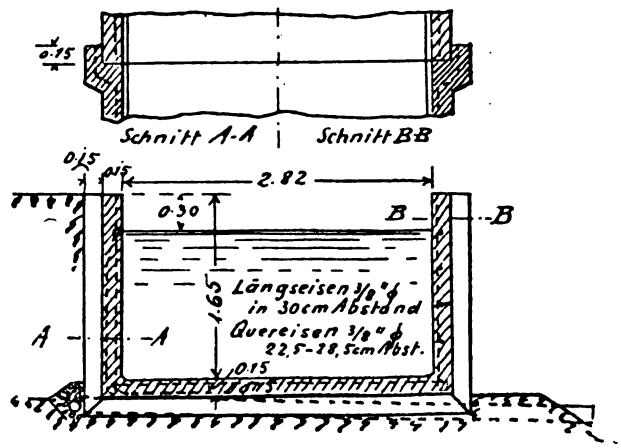


Abbildung 2.

hat sich bis jetzt als der teuerste der ausgeführten fünf Querschnittsformen erwiesen; überdies hat dieser Typ voraussichtlich die kürzere Lebensdauer und folgende Nachteile: Soweit die Gründung nicht auf Fels erfolgen kann, bewirken Undichtheiten leicht Unterspülungen, Setzungen und schließlich Zerstörungen. Frosteinwirkungen brachten den Kanal leicht aus dessen ursprünglicher Gefällslage, was eine Vermehrung der Undichtheiten und größere Wasserverluste zur Folge hatte. Wenn guter Baugrund vorhanden und der Baufortschritt ein flotter ist, hat folgender Typ der Abbildung 3 beachtenswerte Vorteile.

Ein mittelst Zementspritzverfahren hergestellter Typ hat sich nur dann als ökonomisch erwiesen, wenn gleichzeitig größere Strecken gebaut werden, weil bei dieser Bauausführung die Vorbereitungen und die Beschaffung einer Spezialausrüstung zeitraubender und kostspieliger sind, als bei gewöhnlichen Betonbauten. Hinsichtlich der

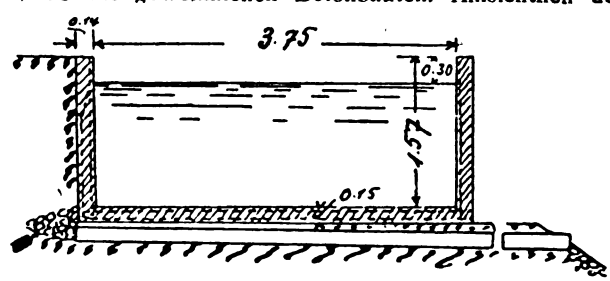


Abbildung 3.

[2]) Eng. News-Record, Vol. 87, Nr. 23, Seiten 926—982.

Digitized by Google

Lebensdauer kann zwischen reinem Betontyp ohne Fugen und einer Kombination eines solchen mit Preßzement kein Unterschied festgestellt werden. In Bezug auf die Herstellungskosten ist jedoch der erstgenannte Typ ohne Benützung des Spritzverfahrens der billigere. Der genannte King Hill Kanal ist 85,2 deutsche Meilen lang; er entnimmt dem Malad River, einem Nebenfluß des Snake River, 300 Sekundenfuß Wasser für Bewässerungszwecke. Der Stammkanal ist auf einer Strecke von 60 Meilen offener Erd-, 15,2 Meilen Betonkanal und 8 Meilen Stollen. Bei dem einfachen, durch die Abbildung 2 dargestellten Typ besteht die Bewehrung aus Stahleinlagen von $^3/_8$ Zoll Durchm.; die Längseisen liegen in Abständen von 30 cm, die Querstäbe in solchen von 22,5 cm bis 28,5 cm. Dehnungsfugen wurden in den Tangenten beim Rohrschellentyp in 6,6 m, beim flaschenhalsförmigen Typ der Stoßfugen in Abständen von 8 m eingebaut. Innerhalb der Kurven sind diese Abstände um 15 cm kleinere, um eine wirtschaftliche Ausnützung der gleichen Eisenlängen zu ermöglichen. Die Ermittlung des sogen. wirtschaftlichen Fugenabstands erforderte mühsame und umfangreiche Studien. Eine sorgfältige, später vorgenommene Nachprüfung ergab diesen Dehnungsfugenabstand aber 3 mal so groß, wie den ursprünglich ermittelten und gewählten von 6,6 m bezw. 8 m. Der einzige Vorteil, den der in Abb. 2 dargestellte Typ gegenüber den anderen Regelquerschnittsformen des King Hill Kanals aufzuweisen hat, ist eine geringere Eisenmenge für die Bewehrung. Seine Nachteile dagegen sind folgende:

1. Es ist unter Aufwand mäßiger Kosten so gut wie unmöglich, wasserdichte Dehnungsfugen herzustellen.
2. Wasserverluste, die an solchen Fugen leicht eintreten, bewirken in weniger gutem Untergrund Auswaschungen, die auf unbewachten Strecken zur raschen Zerstörung des Kanals führen können.
3. In Klimaten, wo der Untergrund während der Wintermonate gefriert, kommen die schweren Rinnen nach Eintritt des Tauwetters leicht aus dem Gefälle, wobei sich Risse bilden, die größere Wasserverluste und Instandsetzungsarbeiten nach sich ziehen können.
4. Der Baufortschritt wird durch den Einbau der Lehren für die Dehnungsfugen nicht unwesentlich gehemmt; überdies wird nahezu die doppelte Anzahl an Lehren erforderlich.
5. Die Unterhaltungskosten dieses Typs sind erheblich größere als für die übrigen Querschnittsformen.

In dem erwähnten Bewässerungskanal sind von diesem Typ zusammen 3,6 Meilen ausgeführt worden, so daß über denselben hinreichend einwandfreie Erfahrungen gesammelt werden konnten.

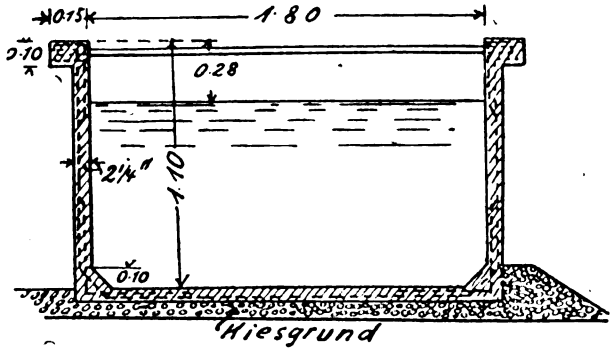
Betonrinnen ohne Dehnungsfugen.

Bei dieser Ausbildung (siehe die Abb. 3) muß für eine genügend starke Längsbewehrung Sorge getragen werden, um die Entstehung von Rissen zu vermeiden. Den Berechnungen für die Ermittlung der Bewehrungsstärke wurde ein Temperaturunterschied von 70 Grad Fahrenheit zu Grunde gelegt. Unter Verwendung von $^3/_8$ Zoll Stahleinlagen mit einer Elastizitätsgrenze von 55 000 amerikan. Pfund auf 1 Quadratzoll ergab die Berechnung, daß 0,65 Prozent der Bewehrung erforderlich sind, um den Beton derart zu verstärken, daß bei 70 Grad Fahrenheit noch Risse von 0,0327 Zoll Breite in 2 m Abstand entstehen können. Für die in Kalifornien vorkommende niederste Temperatur ergab sich eine Rißbreite von nur 0,013 Zoll. Bei Benützung von Stäben mit ¼ Zoll Durchm. im Boden der Kanalrinne wurden rechnungsmäßig 0,43 Prozent der Bewehrung für den genannten Zweck benötigt. Für alle praktischen Zwecke ist dieser Kanaltyp wasserdicht und braucht keine Dränage. Für die Abführung der Niederschläge wurden in gewissen Abständen Dräns von 30 cm Durchmesser eingebaut.

Beim Bau dieses Typs zeigte es sich bald, daß sowohl der Baufortschritt, als auch die Kosten in sehr erheblichem Maße durch eine zweckmäßige Ausbildung der Schalung beeinflußt wurden. Infolge dieser Wahrnehmung sind dann im vorliegenden Fall des King Hill Kanals ganz neue, leicht auswechselbare Schalungen hergestellt worden, die nach Erhärtung des Betons ohne jede Schwierigkeiten abgenommen und sofort wieder benützt werden konnten. Von diesem Kanaltyp ist eine Strecke von 33,2 Meilen gebaut worden. Irgendwelche Nachteile ließen sich bis heute nicht feststellen.

Mittelst Zementkanone hergestellter Typ. (Abbildung 4.)

Bei dieser, ebenfalls ohne Dehnungsfugen ausgeführten Querschnittsform ist die Bewehrung so berechnet und eingebaut worden, daß in Abständen von 8 m ein kleiner Temperaturriß entstehen konnte. Die verwendete, von Hand hergestellte Zementmischung war 1 Teil Zement und



Längsbewehrung: 5/16"ø in 10 cm Abstand.
Querbewehrung: 1/4"ø " 25 und 50 cm ".

Abbildung 4.

4 Teile Sand. Beim Einwerfen und Spritzen dieser Mischung in die Formen verlor ein Teil der Mischung infolge Aufprallens gegen die Schalung bis zu 25 Prozent ihres Zementgehaltes. Dies wies auf eine unzweckmäßige Zusammensetzung der Mischung in Bezug auf die Abstufung der Korngrößen der einzelnen Teilchen hin.

An wesentlichen Baugeräten für die Ausführung dieser Strecke mit Spritzverfahren wären zwei Luftkompressoren, zwei Zementkanonen vom Typ Nr. 2 und die notwendigen Zubehörteile zu erwähnen. Die genannten Kompressoren leisteten 240 cbm Druckluft bei 50 (amerik.) Pfund Druck. Die Preßluft wurde nach beiden Seiten des Kompressors je bis zu 115 m weit geleitet; größere Entfernungen erwiesen sich als unzweckmäßig. Bei der Bauausführung wurden zuerst die beiden Seitenwände in zwei Schichten von je 1 Zoll bis 1,5 Zoll Stärke fertiggestellt; hernach und noch am gleichen Tage der Boden. Bei trokkener Witterung konnten die leicht abnehmbaren Lehren schon nach 5—6 Std. bei naßem, kaltem Wetter nach 1—2 Tagen weggenommen werden. Nachdem sich die ungelernten Arbeiter eingearbeitet hatten, betrug die durchschnittliche Tagesleistung an vollständig fertigem Kanal rund 50 m, was bei Verwendung von zwei Kompressorenanlagen einer 8stündigen Leistung von 11,4 cbm Beton entspricht.

Nach dreijähriger Benützung hat sich auf dieser mittelst Spritzverfahren hergestellten Strecke noch keine undichte Stelle gezeigt. Als Nachteil dieser, in Amerika heute bekanntlich viel gebräuchlichen Bauweise hat sich aber eine viel geringere Wasserführung als die berechnete ergeben, weil die Rauhigkeit der Wandungen eine größere, als die ursprünglich für die Berechnung angenommene ist. Um hier Abhilfe zu schaffen, ist man insoferne zu einer etwas anderen Ausführung geschritten, als man beide Typen — den reinen Betonbau und das Spritz-

Digitized by Google

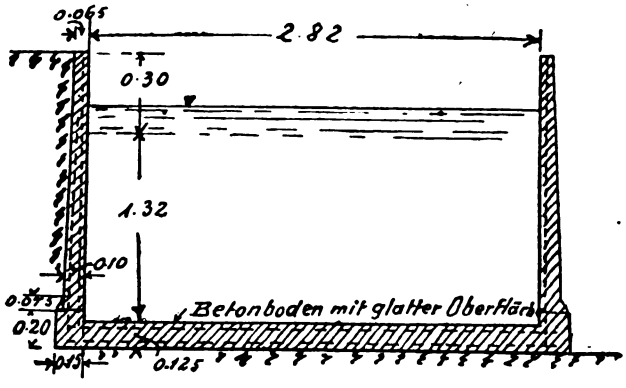


Abbildung 5.

verfahren — kombiniert hat[3]). Der dadurch entstandene Typ hat einen gleichmäßigen 5 cm starken glatten Betonboden, während sich die Stärke der beiderseitigen Wandungen innerhalb der Grenze 2,5—4 Zoll bewegt. Die Regelmaße dieses Typs sind in der Abbildung 5 eingetragen. Das Mischungsverhältnis für den Spritzbeton war hier 1 Teil Zement und 5 Teile Sand. Im Boden sind für die Aufnahme der Temperaturspannungen zwei Reihen Längseisen angeordnet worden, weil bei einer Reihe der Zwischenraum der Stäbe so eng geworden wäre, daß die Güte der Ausführung darunter gelitten hätte.

Durch diese kombinierte Ausführungsweise wurde der Kutter'sche Rauhigkeitskoeffizient n von 0,018 auf 0,014 herabgedrückt. Diese Herabminderung gestattete eine Herabsetzung der Breite des Querschnitts von 3,12 m auf 2,82 Meter. Die Einzelheiten des Bauvorganges sind für alle Typen in den in Fußnoten angegebenen Quellen ausführlich beschrieben. Die bereits genannte Beobachtung, daß beim Anprall der Zementmischung bis zu 30 Prozent derselben sich derart veränderte, daß nur noch die groben Sandteilchen zurückblieben, der Zement aber ausfiel, führte zu genaueren Untersuchungen der Zusammensetzung der Korngrößen der Mischung. Als wesentlichste Ergebnisse dieser Studien wäre folgendes zu erwähnen:

1. Das Zurückprallen des Zements kann durch Zugabe gelöschten Kalks vermindert werden. Die Herabminderung ist proportional der Kalkmenge bis zu einem Verhältnis von 1 Gewichtsteil Kalk auf 10 Teile Zement.

2. Diese Herabminderung nimmt im Verhältnis der Abnahme der durch ⅛ Zoll-Sieb durchgeworfenen Sandteilchen ab. Dies trifft namentlich dort zu, wo der Abstand der Eiseneinlagen klein ist und diese große Durchmesser haben.

3. Die Versuche zeigten, daß die Menge der abgeprallten Mischung umso geringer war, je kleiner die Korngröße der Sandteilchen war. So ergab z. B., daß der zurückgeprallte Anteil einer Mischung, deren Sand zu 100 Prozent ein ⅛ Zoll-Sieb, 92 Prozent ein solches Nr. 10, 90 Prozent ein solches Nr. 20, 80 Prozent ein solches Nr. 30, 68 Prozent ein solches Nr. 40 und 50 Prozent ein solches Nr. 50 passierte, 20 Prozent betrug im Gegensatz zu einem Sand, von dem 100 Prozent ein ¼ Zoll-Sieb, 95 Prozent ein ⅛ Zoll-Sieb, 82 Prozent ein solches Nr. 10, 75 Prozent ein solches Nr. 20, 56 Prozent ein solches Nr. 30, 30 Prozent ein solches Nr. 40, 19 Prozent ein solches Nr. 50 passierte und dessen Anprallrückfallmenge 30 Prozent der Mischung ergab.

4. Die Dichte des Kanals war bei Verwendung von feinerem Sand eine nur 8 bis 10 Prozent höhere, als bei grobem Sand.

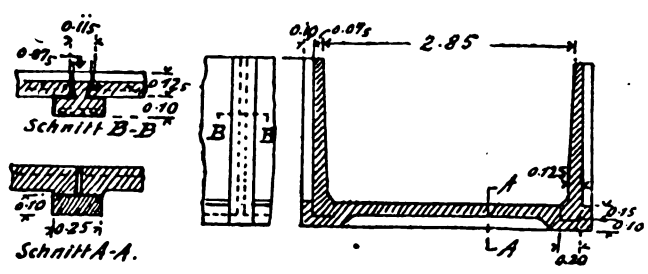


Abbildung 6.

Typ mit Rippen nach Abbildung 6.

Diese Konstruktionsart wurde im Winter 1919/20 ausgeführt und zwar die Seitenwände in Stücken von 4 m Länge. Die Art und Weise der Ausbildung der Stoßstellen geht ebenfalls aus der Abbildung hervor und bedarf keiner weiteren Erläuterung. Die Gründung dieses Typs erfolgte auf Lava. Die Betonmischung war hier 1 : 2½ : 5.

Vergleicht man die Baukosten der vorbeschriebenen fünf Typen, dann erhält man folgende Zahlenwerte für ein Linearfuß Kanal:

Typ Nr. 1 (Abbildung 2)		12,22	Dollars,
„ Nr. 2 („	3) Beton ohne Fugen	11,83	„
„ Nr. 3 („	4) Spritzverfahren	12,40	„
„ Nr. 4 („	5) Kombination von Typ 2 u. 3	12,00	„
„ Nr. 5 („	6)	11,50	„

Diese Preise gelten für einen Kanalquerschnitt von 270 Sekundenfuß Wasserführung bei 2 ‰ Gefälle, dem eine Breite von 2,82 m und eine Tiefe von 1,65 m einschließlich 30 cm Freibordhöhe entspricht. Die ermittelten Kosten verstehen sich dabei ohne Aushub und zur Winterarbeit. Dabei mußten die Baustoffe und -Geräte von der zunächst gelegenen Eisenbahn 16 Meilen, Sand und Kies 3,2 Meilen nach der Baustelle befördert werden; die Taglohnarbeit wurde dabei mit 50 cts in der Stunde, 1 Barrel Zement mit 4 Dollars, Stahl mit 5 cts/Pfund und Bauholz mit 70 Dollars bezahlt. Für amerikanische Verhältnisse sind diese Kosten außergewöhnlich hohe, wozu auch der Umstand beigetragen hatte, daß die Bauarbeiten während der Wintermonate, wo keine Bewässerung stattfand, durchgeführt werden mußten.

Im Gegensatze zu den vorbeschriebenen Betonbauweisen sind in den Vereinigten Staaten Nordamerikas aber auch Metallzuleitungskanäle ausgeführt worden. Erstmals geschah dies im Jahre 1902 durch Pat Maginnis in Kimball, Neb[4]). Dieser ließ sich seine Ausführungsweise, die heute ganz allgemein verbreitet ist, patentieren. Die Abbildung 7 zeigt diese ursprüngliche Ausbildung dieser Maginnischen Metallrinnen. Das Wassergewicht wurde hier durch den Stab c auf die Aufhängekonstruktion übertragen. Diese Ausbildungsweise litt u. a. an einer rauhen, unebenen Innenfläche, welche die Wasserführung beeinträchtigte. Um diesen Übelstand zu besei-

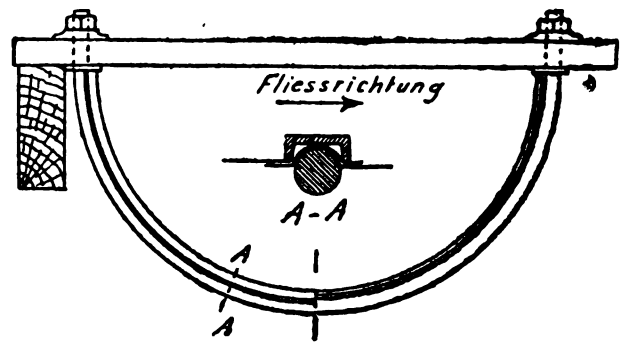


Abbildung 7.

[3]) Eng. News-Record, Vol. 87, Nr. 25; Seiten 1014—1018.

[4]) Eng. News-Record, Vol. 88, Nr. 21; Seiten 854—861.

Digitized by Google

tigen, sind in späteren Jahren die größten Anstrengungen gemacht worden; eine Reihe von Lösungen wurden erdacht und patentiert. Die wesentlichsten Typen sind in der Abbildung 8 dargestellt. Bei allen diesen Konstruktionen ist die Idee Maginnis hinsichtlich der Erzielung wasserdichter Fugen beibehalten worden. Bei einigen Typen fehlt der innere Dichtungsstab. Jede dieser besonderen Ausbildungen hat ihre Vorzüge und Nachteile. Eine zweckmäßig ausgebildete Fuge muß einfach, betriebssicher und wasserdicht sein. Manche dieser Typen haben sich für Rinnen von 2,1 bis 2,4 m Durchm. bewährt. Standardgrößen werden durch die Blechmaße und Nummern, welch letztere gewissen Halbmessern entsprechen, bestimmt. Die Bleche können aus jedem Material hergestellt werden; falls Eisen- und Stahlblech verwendet wird, werden diese zuvor verzinkt. Bei Ausführung solcher Metallrinnen muß sehr darauf geachtet werden, daß die Blechstärke nicht zu gering bemessen wird, weil sonst leicht Durchbiegungen eintreten, die eine rasche Zerstörung der Rinne zur Folge haben.

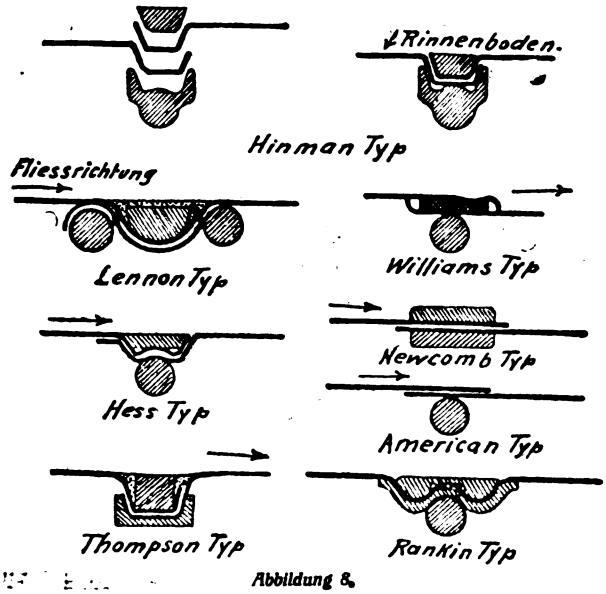


Abbildung 8.

Die staatliche Forstbehörde, die eine Reihe derartiger Metallrinnen für Bewässerungszwecke ausgeführt und zu unterhalten hat, berichtet über ihre Erfahrungen mit denselben u. a. folgendes[5]). Von 69 Metallrinnen im Koloradogebiet erhielten 59 einen Innenanstrich aus Teer oder Farbe, um das Blech gegen Rost und Abschleifen durch feinen Sand zu schützen. Nach Verlauf von 3 Jahren zeigte sich, daß Teeranstrich vorteilhafter ist. Im Herbst 1917 und Frühjahr 1918 wurden eine Anzahl der Metallleitungen mit einem Wassergasteer — hernach noch mit einem Kohlenteer — oder einem zweiten verdünnten Wassergasteeranstrich versehen. Es hat sich dabei gezeigt, daß diese Anstrichmittel teilweise zu dünnflüssig waren und deshalb nicht genügend hafteten. Infolgedessen wurde nur noch Kohlenteer benützt, der gute Erfolge lieferte. Die besten Ergebnisse wurden dann erreicht, wenn der Anstrich bei warmem Wetter und möglichst bald nach Aufstellung der Kanalrinne erfolgte. Bei kaltem Wetter gelang es nicht, den Kohlenteer satt und gut haftend aufzutragen; es bildeten sich schlechte Stellen, die abblätterten. Die Erfahrung lehrte u. a., daß die Dehnungsfugen der Metallrinnen jeden Herbst, der übrige Teil der Leitung jedes zweite Jahr mit einem neuen Teeranstrich versehen werden muß. Die Lebensdauer solcher Metalltypen wird durch eine sorgfältige, rechtzeitige Erneuerung des Kohlenteerüberzugs in erheblicher Weise beeinflußt. Bestimmte Angaben über die Lebensdauer lassen sich noch nicht machen; sie wird durchschnittlich auf 15—20 Jahre geschätzt, kann jedoch bei guter Instandhaltung der Kanäle auch eine größere sein.

Für die Berechnung der Reibungsverluste diente die Kuttersche Formel für offene Kanäle. Es zeigte sich auf Grund vorgenommener Messungen, daß der Reibungskoëffizient je nach der Verwendung einer Dehnungsfugen-Konstruktion innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwankt. Aus Versuchen, welche das Agricultural-Departement angestellt hat, geht hervor, daß für verschiedene Fugentypen n zwischen 0,0139 und 0,0097 schwankt; als durchschnittlicher Mittelwert von 21 Messungen ergab sich $n = 0{,}0114$. Für den in Abbildung 7 dargestellten Maginnityp ist $n = 0{,}0185$, für den Newcombtyp $n = 0{,}0128$. Die Beziehungen zwischen dem Rauhigkeitskoëffizienten und der Wasserführung sind in zwei sehr guten und interessanten Diagrammen in der in Fußnote 4 angegebenen Quelle, auf die hiemit verwiesen werden muß, ausführlich erläutert.

[5]) Reclamation Record, November 1920, Seite 521.

Alzwerke: Hirten-Holzfeld.

Die nächste Nummer der Wasserkraft erscheint im verstärkten Umfang und bringt eine ausführliche Beschreibung der Alzwerke mit 16 Abbildungen und 6 großen Tafeln.

Da unsere Zeitschrift stets innerhalb wenigen Wochen vergriffen ist, empfehlen wir besonders die rechtzeitige Vorbestellung dieser Nummer.

Richard Pflaum Verlag A.G.

Digitized by Google

Überschlägliche Berechnung der Stauspiegelschwankung von Wasserkraftwerken

Von Ber. Regierungsbaumeister Dr. Ing. Leiner, Privatdozent an der Technischen Hochschule München.

Die Kenntnis der größten Stauspiegelschwankung von Wasserkraftwerken ist für die Entwurfspraxis von erheblicher Bedeutung. Insbesondere bei Niederdruckwerken ist die Lage der Turbinenachse unter dem Normalstauspiegel bzw. der Einbau der Turbinen in Heberglocken und die Rechenanlage unmittelbar davon beeinflußt, ebenso die Gestaltung des Längenschnittes der Werkkanäle. Auch die Kulturen und das Landschaftsbild werden davon berührt.

Die stündliche Ermittelung der Spiegellagen bei verschiedenen Betriebsverhältnissen ist zwar nach den hierfür entwickelten Methoden des Verfassers und anderer möglich, aber mühsam. Für die meisten Fälle genügen die nachstehenden Gleichungen, die den Vorzug einfachster Anwendung haben. Verfasser folgt dabei zunächst den Ausführungen seines Buches „Ertragreichster Ausbau von Wasserkräften" S. 79 ff.

Die im Betriebe als technische Einheit erscheinende Absenkung des Stauspiegels bei Belastungsspitzen ist in ihrer Eigenart von mehreren Bedingungen abhängig, die einzeln verfolgt werden müssen. Wir bezeichnen die Senkung je nach der ihr zugrunde liegenden Grenzbedingung folgendermaßen:

1. h_g = **günstigste Absenkung.** Durch Senkung des Stauspiegels eines Tagesausgleichbeckens wird eine Beckenwassermenge B der Krafterzeugung nutzbar gemacht, und zwar als Zuschußwasser zu dem natürlichen Zufluß z. Es bezeichne H_η die ideelle hydraulische Druckhöhe mit Berücksichtigung der Wirkungsgrade η_1 der Turbinen und η_2 der Generatoren, und zwar nach der Gleichung

$$H_\eta = H \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

darin ist H die hydraulische Druckhöhe an den Turbinen. Bei der Spiegelsenkung h beträgt die mittlere nutzbare Druckhöhe gut angenähert $H_\eta - \frac{h}{2}$. Die Spiegelsenkung liefert somit den Arbeitsgewinn in kWh

$$A_{B+} = 0{,}00273\, B \cdot \left(H_\eta - \frac{h}{2}\right) \quad \ldots\ldots (2)$$

Andererseits entsteht durch Schädigung des Gefälles bei dem mit z cbm/s zufließenden natürlichen Flußwasser ein Arbeitsverlust während der Werksbetriebszeit t. Bei unterbrochenen Betrieben, z. B. Mühlen mit Nachtruhe, ist t durch die Arbeitszeit (in Stunden) gegeben. Bei Elektrizitätswerken behilft man sich mit der Annäherung, t für diejenige Zeit zu schätzen, in der bei Wasserklemme mit gesenktem Stau gearbeitet wird. Es wird alsdann der Arbeitsverlust

$$A_{B-} = 0{,}00273\, z \cdot t \cdot \frac{h}{2} \quad \ldots\ldots (3)$$

Der Arbeitsreingewinn aus dem Speicherbeckenbetrieb wird demnach

$$A_B = A_{B+} - A_{B-} = 0{,}00273 \cdot \left[B \cdot \left(H_\eta - \frac{h}{2}\right) - 3600\, z \cdot t \cdot \frac{h}{2}\right]. \quad (4)$$

Die durch Spiegelsenkung dem Ausgleichbecken entnommene Wassermenge B ist verschieden groß, je nachdem als Tagesausgleichbecken der gestaute Fluß, eine normale Kanalhaltung, ein seeartiges Becken oder sonst denkbare Anordnungen dienen. Die günstigste Senkung h_g macht A_B zum Maximum und wird durch Differenzieren der Gl. 4 nach h gefunden.

2. h_h = **hydrologisch mögliche Absenkung.** Die günstigste Senkung h_g ist selten erreichbar, vielmehr treten meistens Umstände ein, welche die Senkung schon früher begrenzen. Diejenige Senkung, bei welcher eine Auffüllung des Beckens zur Zeit schwächerer Belastung genau noch möglich ist, möge „hydrologisch mögliche Senkung h_h" heißen. Es muß dafür sein

$$B \leqq 3600 \cdot (24 - t) \cdot z \quad \ldots\ldots (5$$

3. h_b = **benutzbare Absenkung.** Eine Stauspiegelsenkung hat nur Zweck, wenn das dadurch gewonnene Zuschußwasser auch noch neben dem ständigen Wasserzufluß von dem Werkkanal transportiert und von den Turbinen geschluckt werden kann. Die der Schluckfähigkeit entsprechende Wassermenge heiße „Benutzbarer Zufluß z_b", die größte jeweils praktisch verwertbare Senkung die „Benutzbare Absenkung h_b". Es muß sein

$$z + \frac{B}{3600\, t} \leqq z_b \quad \ldots\ldots (6)$$

oder

$$B \leqq 3600\, t\, (z_b - z) \quad \ldots\ldots (7)$$

Die Schluckfähigkeit z_b der Kraftanlage wird durch Rückstau und namentlich auch durch den Grad der Stauspiegelsenkung beeinflußt. Man ermittelt sie annähernd für die voraussichtliche halbe Absenkung.

Die Weiterbehandlung der Aufgabe erfolgt zweckmäßig für einzelne Sonderfälle, für welche die durch Stausenkung gewonnene Beckenwassermenge B ermittelt wird.

A. Gestauter Fluß als Tagesausgleichbecken.

Die durch Absenkung gewonnene Wassermenge kann angenähert als Keil oder zutreffender als Prismoid mit einem stromauf anschließenden Keilstück berechnet werden. Die Grenze des Überganges vom Prismoid zum Keil hängt von der Tiefe der Absenkung ab. Sie werde hier zu $\frac{l}{2}$ gerechnet wobei l die Staulänge bei Normalstau bedeutet. Es ist mit Bezug auf Abb. 1

$$b_{0m} = \frac{b_0 + b'_0}{2} \quad \ldots\ldots (8)$$

$$b_u = b_0 - 2\, n\, h \quad \ldots\ldots (9)$$

$$b_{um} = \frac{b_0 + b'_0}{2} - 2\, n\, h \quad \ldots (10)$$

Mit der bei Massenberechnungen üblichen, etwas zu kleine Werte liefernden Annäherung wird der Inhalt des Prismoids

$$B_P = \frac{(b_0 - n\,h)\,h + \left(\frac{b_0 + b'_0}{2} - n\,h\right)h}{2} \cdot \frac{l}{2} \quad (11)$$

oder

$$B_P = \frac{l\,h}{8}\,(3\,b_0 + b'_0 - 4\,n\,h) \quad \ldots (12)$$

Den Inhalt des Keiles findet man nach bekannten Formeln (z. B. Försters Taschenbuch) zu

$$B_k = \frac{l}{2} \cdot \frac{h}{6} \cdot \left(2 \cdot \frac{b_{0m} + b_{um}}{2} + b'_0\right) \quad \ldots (13)$$

oder

$$B_k = \frac{l\,h}{12}\,(b_0 + 2\,b'_0 - 2\,n\,h) \quad \ldots (14)$$

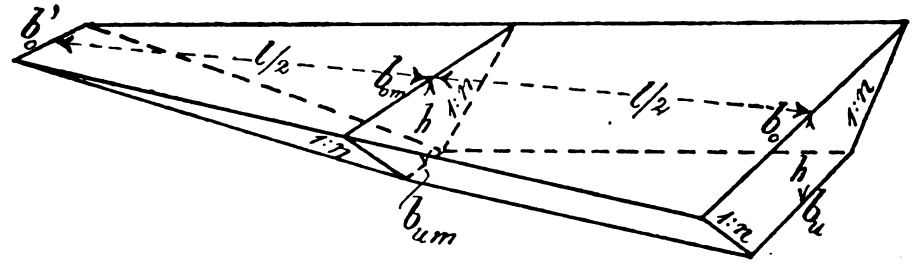


Abbildung 1.

Digitized by Google

Die ganze abgesenkte Wassermenge wird also

$$B = B_P + B_h = \frac{h\,l}{24}\,(11\,b_0 + 7\,b'_0 - 16\,nh). \quad (15)$$

Die Staufläche, gerechnet vom Stauwerk bis zum Auslauf der Staukurve, ist

$$F = \frac{b_0 + b'_0}{2} \cdot l \quad \ldots\ldots (16)$$

woraus

$$b_0 = \frac{2\,F}{l} - b'_0 \quad \ldots\ldots (17)$$

Durch Einsetzen dieses Wertes in Gl. 15 ergibt sich

$$B = \frac{22}{24}\,h \cdot \left(F - \frac{2\,b'_0 + 8\,nh}{11} \cdot l\right) \quad \ldots (18)$$

Ähnlich wie bei Staukurvenberechnungen beruht auch die vorstehende Gleichung auf der Annahme eines idealisierten Flußschlauches, vor allem auf der gleichmäßig stromaufwärts abnehmenden Staubreite. Diese hängt aber in Wirklichkeit stark von der Talbildung ab. Man kann die Gleichung in der Annäherung benutzen

$$B = \frac{4}{5}\,F\,h \quad \ldots\ldots (19)$$

Auf Grund der Durchrechnung von Beispielen aus der Praxis kommt man zwar zu der Annäherung $B = \frac{7}{8} F\,h$. Es ist jedoch zu beachten, daß flach überstaute Talgründe (Versumpfungsstellen) bei Absenkung nicht die theoretische Wassermenge herausgeben, so daß der Faktor $\frac{4}{5}$ der Wirklichkeit am nächsten kommt.

Durch Einsetzen des Wertes B aus Gl. 19 in Gl. 4 erhält man für den Flußstau den Arbeitsgewinn

$$A_B = 0{,}00273\left[\frac{4}{5}\,F \cdot h \cdot \left(H_\eta - \frac{h}{2}\right) - 3600\,\frac{z \cdot t \cdot h}{2}\right] \quad \ldots (20)$$

Die günstigste Senkung h_g ergibt sich aus

$$\frac{d\,A_B}{d\,h} = 0 = \frac{4}{5}\,F \cdot H_\eta - \frac{4}{5}\,F \cdot h_g - 1800\,z \cdot t \quad \ldots (21)$$

als

$$h_g = H_\eta - 2250\,\frac{z \cdot t}{F} \quad \ldots\ldots (22)$$

Ähnlich findet man mit B aus Gl. 19 in Gl. 5

$$h_h = \frac{4500\,(24 - t) \cdot z}{F} \quad \ldots\ldots (23)$$

und in Gl. 7

$$h_b = \frac{4500\,t \cdot (z_b - z)}{F} \quad \ldots\ldots (24)$$

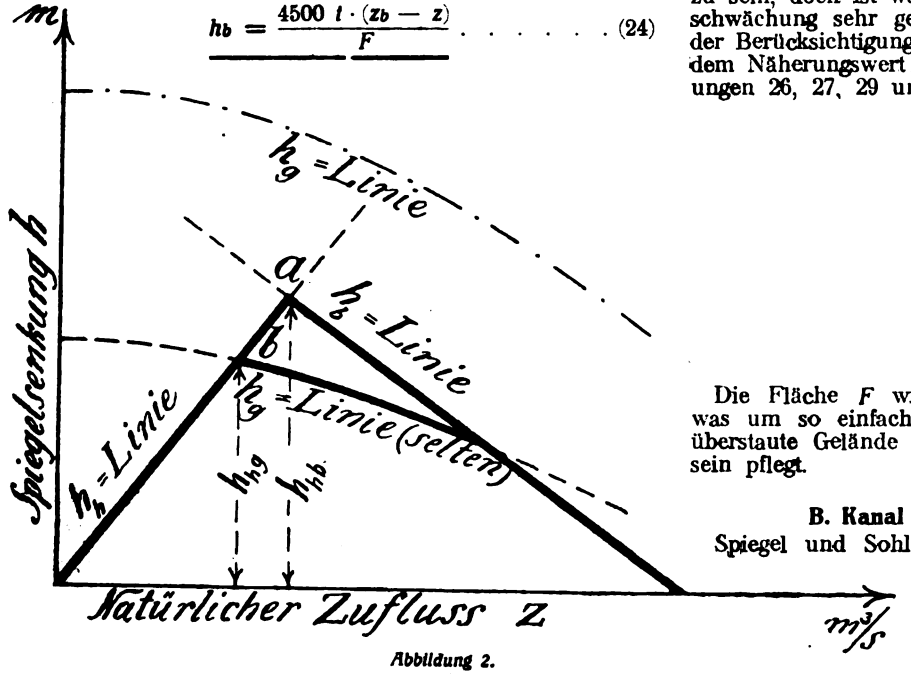


Abbildung 2.

Von den drei Senkungsgrößen h_g, h_h und h_b gilt stets die jeweilig kleinste als die im praktischen Betriebe allein mögliche. (Vgl. Abb. 2.) Die Senkung ist eine Funktion des Zuflusses z, von dem auch H_η etwas beeinflußt wird.

Uns interessiert hier nur die größte praktisch mögliche Stauspiegelsenkung. Sie wird in den meisten Fällen durch die Ordinate h_{hb} des Schnittpunktes a der h_h-Linie und h_b-Linie dargestellt.

Setzt man in den Gleichungen 23 und 24 $h_h = h_b$, so ergibt sich für Punkt a die Abszisse z aus

$$(24 - t) \cdot z = t\,(z_b - z). \quad \ldots\ldots (25)$$

oder mit Kennung geschrieben

$$z_{hb} = \frac{t}{24}\,z_b \quad \ldots\ldots (26)$$

Ferner wird durch Einsetzen dieses Wertes in Gl. 23 oder 24

$$h_{hb} = \frac{188\,(24 - t) \cdot t \cdot z_b}{F}, \quad \ldots\ldots (27)$$

Der nach Gl. 27 berechnete Senkungswert h_{hb}, bedarf einer Prüfung daraufhin, ob nicht durch den entsprechenden Wert h_{hg}, den man als Schnittpunktordinate der h_h-Linie und h_g-Linie findet, unterschritten wird. Aus Gl. 22 und 23 ergibt sich

$$H_\eta - 2250\,\frac{z \cdot t}{F} = \frac{4500\,(24 - t) \cdot z}{F} \quad \ldots (28)$$

Daraus erhält man die Abszisse z, kennzeichnend geschrieben als z_{hg}, zu

$$z_{hg} = \frac{F \cdot H_\eta}{2250\,(48 - t)} \quad \ldots\ldots (29)$$

und die Ordinate h_{hg} durch Einsetzen dieses Wertes in Gl. 22 oder 23 zu

$$h_{hg} = \frac{48 - 2\,t}{48 - t} \cdot H_\eta. \quad \ldots\ldots (30)$$

Der kleinere der beiden Senkungswerte h_{hb} (Gl. 27) und h_{hg} (Gl. 30) ist die praktisch zu erwartende größte Stauspiegelsenkung. Der entsprechende z-Wert (Gl. 26 bzw. 29) zeigt an, bei welchem Wasserzufluß aus dem Niederschlagsgebiet diese größte Senkung zu erwarten ist.

In den Gleichungen bedeutete t diejenige Zeit in Stunden, während welcher Stauschwächung durch Tagesbeckenbetrieb stattfindet. Es pflegt t etwa 12 bis 16 Stunden zu sein, doch ist während der Übergangsstunden die Stauschwächung sehr gering. Man kann daher einschließlich der Berücksichtigung der Belastungsungleichmäßigkeiten mit dem Näherungswert $t = 12$ rechnen. Dann gehen die Gleichungen 26, 27, 29 und 30 in die Form über

$$z_{hb} = \frac{z_b}{2} \quad \ldots\ldots (31)$$

$$h_{hb} = \frac{27000\,z_b}{F} \quad \ldots\ldots (32)$$

$$z_{hg} = \frac{F \cdot H_\eta}{81000} \quad \ldots\ldots (33)$$

$$h_{hg} = \frac{2}{3}\,H_\eta \quad \ldots\ldots (34)$$

Die Fläche F wird am besten planimetrisch ermittelt, was um so einfacher ist, da auch bei Vorentwürfen das überstaute Gelände auf einem Meßtischblatt dargestellt zu sein pflegt.

B. Kanal als Tagesausgleichbecken.

Spiegel und Sohle seien bei Normalstau parallel. Bei Stausenkung entsteht eine Senkungskurve. Wäre sie eine Parabel mit dem Scheitel am Krafthause, so wäre der Flächeninhalt des Längsschnittes des Absenkungskörpers

Digitized by Google

$$J = \frac{1}{3} \cdot h \cdot l \quad \ldots \ldots \quad (35)$$

Wäre die Senkungskurve eine gerade, dann wäre der Inhalt

$$J = \frac{1}{2} h \cdot l \quad \ldots \ldots \quad (36)$$

Ein Mittelding kommt bei kleinen Senkungen der Wirklichkeit am nächsten, also

$$J = \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{h \cdot l}{2} = \frac{5}{12} h l \quad \ldots \quad (37)$$

Dem entspricht ein Ersatzdreieck mit der Länge $\frac{5}{6} l$.

Den Senkungsinhalt B kann man demnach angenähert als Keil berechnen, dessen Länge $\frac{5}{6}$ der Senkungsweite beträgt. Er wird für einen Grundquerschnitt, der dem rechts liegenden Grundquerschnitt der Abb. 1 entspricht, und für die Schneidenbreite b_0

$$B = \frac{5}{6} l \cdot \frac{h}{6} \cdot (3\, b_0 - 2\, n\, h) \quad \ldots \ldots \quad (38)$$

oder mit Vernachlässigung von $2\, n\, h$

$$B = \frac{5}{12} l \cdot b_0 \cdot h = \frac{5}{12} F \cdot h \quad \ldots \ldots \quad (39)$$

Im Hinblick auf Gleichung 19 lassen sich dann die für den gestauten Flußlauf gefundenen Gleichungen ohne weiteres für einen Kanal umschreiben, wenn statt des Wertes $\frac{4}{5} F$ der Flußgleichungen $\frac{5}{12} F$ bei den Kanalgleichungen geschrieben wird oder statt F der Wert $\frac{25}{48} F$.

Man erhält somit für einen Kanal nach Gl. 26—34 nach zweckentsprechender Abrundung die Gleichungen

(40) $z_{hb} = \frac{t}{24} z_b$ bzw. mit $t = 12$ (40a) $z_{hb} = \frac{z_b}{2}$

(41) $h_{hb} = \frac{360\,(24 - t) \cdot t \cdot z_b}{F}$ „ „ $t = 12$ (41a) $h_{hb} = \frac{52000\, z_b}{F}$

(42) $z_{hg} = \frac{F \cdot H_\eta}{4300\,(48 - t)}$ „ „ $t = 12$ (42a) $z_{hg} = \frac{F \cdot H_\eta}{155000}$

(43) $h_{hg} = \frac{48 - 2t}{48 - t} \cdot H_\eta$ „ „ $t = 12$ (43a) $h_{hg} = \frac{2}{3} H_\eta$

C. Seeartiges Gewässer oder Kunstsee als Ausgleichbecken.

Die abgesenkte Wassermenge wird hier mit guter Annäherung

$$B = F \cdot h \quad \ldots \ldots \quad (44)$$

Wie vorhin lassen sich die Schlußgleichungen aus Gl. 26—34 niederschreiben, wenn statt des Wertes $\frac{4}{5} F$ der Flußgleichungen der Wert F bei den Kanalgleichungen geschrieben wird oder statt F der Wert $\frac{5}{4} F$.

Man findet nach zweckentsprechender Abrundung

(45) $z_{hb} = \frac{t}{24} z_b$ bzw. mit $t = 12$ (45a) $z_{hb} = \frac{z_b}{2}$

(46) $h_h = \frac{150 \cdot (24 - t) \cdot t \cdot z_b}{F}$ „ „ $t = 12$ (46a) $h_{hb} = \frac{22000\, z_b}{F}$

(47) $z_{hg} = \frac{F \cdot H_\eta}{1800\,(48 - t)}$ „ „ $t = 12$ (47a) $z_{hg} = \frac{F \cdot H_\eta}{65000}$

(48) $h_{hg} = \frac{48 - 2t}{48 - t} \cdot H_\eta$ „ „ $t = 12$ (48a) $h_{hg} = \frac{2}{3} H_\eta$

Bei flachen, rohrbestandenen Seen wird F für den um $\frac{h}{2}$ gesenkten Wasserspiegel gerechnet. Man muß dazu zuerst F teils planimetrierend, teils schätzend ermitteln, hiermit nach Gl. 46a (seltener nach Gl. 48a) h berechnen und für diesen Wert $\frac{h}{2}$ die genauere Fläche F aus Querprofilen oder durch Planimetrierung im Lageplan feststellen.

Die Natur stellt fast in jeder Kraftanlage eine neue, individuell zu behandelnde Aufgabe. Der vorstehende Untersuchungsgang läßt sich aber jeder Eigenart leicht anpassen. So ist beispielsweise der häufige Fall eines durch Stichkanal angeschlossenen Tagesausgleichbeckens unschwer als Kombinationsfall zu behandeln. (Vgl. des Verfassers Buch „Ertragreichster Ausbau von Wasserkräften", S. 92.)

Für den Betrieb bemerkenswert ist die Tatsache, daß in sämtlichen Fällen die stärksten Stauspiegelsenkungen in Zeiten zu erwarten sind, in denen der natürliche Zufluß z halb so groß ist wie die Schluckfähigkeit z_b der ganzen Kraftanlage. Dabei ist natürlich vorausgesetzt, daß der Energiebedarf und die Bedarfsungleichmäßigkeit überhaupt den Betrieb eines Tagesausgleichbeckens verlangen.

Wo spezielle örtliche Verhältnisse die Senkung des Stauspiegels unter ein gewisses Maß verbieten, ist selbstverständlich mit dieser äußersten Grenze der „möglichen Senkung h_m" zu rechnen. Im allgemeinen hat man aber die Festlegung der größten Senkung beim Entwurf noch in der Hand. Hierin wird unglaublich oft gesündigt, indem Werke ohne Not mangels tieferer Erkenntnis auf zu geringe Spiegelschwankung festgelegt werden, was eine dauernde, technische und wirtschaftliche Schädigung des Betriebes bedeutet.

Spannungsverhältnisse in Druckstollen

Von Zivilingenieur Dr. E. v. Posch-Innsbruck.

(Fortsetzung aus Heft Nr. 6).

I. Einleitung.

Die am Schluß der oben erwähnten Abhandlung in Nr. 6 der „Wasserkraft" in Aussicht gestellte theoretische Begründung meiner Auffassung über das Druckstollenproblem nicht abwartend, hat Herr Dr. Mühlhofer als Vertreter der von ihm erstmalig aufgestellten, bisher unwidersprochen gebliebenen Berechnungsmethode mittels der Formel für dickwandige Rohre in Nr. 8 der „Wasserkraft" eine Erwiderung gebracht, welche meine Anschauungen vollständig verwirft und in der Anwendung gefährlich erklärt.

Daß mein Vorstoß gegen die derzeitige Berechnungsmethode und deren Schlußfolgerung zunächst auf sehr scharfen Widerspruch stoßen wird, war mir von vorneherein klar. Es stand jedoch zu erwarten, daß die Kritik zunächst die theoretische Begründung meiner Behauptung abwarten und dieselbe prüfen werde, da sie nicht annehmen durfte, daß ich derartige Erkenntnisse ohne jede Überlegung und Begründung der Öffentlichkeit übergeben habe. — Da dies leider nicht der Fall war, erscheinen die Streitfragen nunmehr in teilweise verzerrter, teilweise mißverstandener Form. Ich habe daher den bereits festgelegenen theoretischen Teil solcher Art zusammengestellt, daß derselbe nunmehr gleichzeitig obiger Kritik begegnet und dem Theoretiker wie dem Praktiker Gelegenheit gibt, klar zu entscheiden, welche von den beiden Auffassungen der Wirklichkeit näher kommt.

Daß im ersten Anlauf der neuen Beurteilung aus einer keineswegs exakten Umkehrung einer Belastungsrichtung eine Schlußfolgerung über die Spannungsverhältnisse bei Gebirgsdruck unterlaufen ist, welche vielleicht unrichtig

Digitized by Google

ist, mag hier sofort gern zugegeben werden, doch haben die betreffenden Stellen meines Artikels mit dem Hauptproblem, dessen Sätze ich vollständig aufrecht erhalte, gar nichts zu tun.

In Folgendem wird unter II. der Nachweis geführt, daß die aus der Rohrtheorie abgeleiteten Spannungen im Fels in Verbindung mit der Gesteinszurückdrängung durch den Wasserdruck beim Übergang auf die unendliche Masse krasse elastizitätstheoretische Widersprüche aufweisen und daher unrichtig sind.

Unter III sind die aus II. folgenden Schlüsse in gedrängte Form gebracht und Vorschläge für die Berechnung und Beurteilung ausgekleideter und unausgekleideter Druckstollenprofile ohne Benützung der Rohrtheorie gemacht.

In IV. sind die Argumente der Erwiderung Dr. Mühlhofers vom Heft Nr. 8 gegen meine erste Abhandlung in Heft Nr. 6 unter Hinweis auf II. und III. oder durch spezielle Rechnungen kritisch beleuchtet.

II. Elastizitäts-theoretische Beweise für die Unhaltbarkeit der aus der Rohrtheorie abgeleiteten Spannungen und Deformationen beim Grenzübergang auf die unendliche Masse.

a) Die aus der Rohrtheorie abgeleiteten Spannungen gelangen beim Grenzübergang auf die unendliche Masse in Widerspruch mit den aus diesen Spannungen folgenden Volumsänderungen der Volumseinheit.

Erster Beweis: (Mit Hilfe der für die unendliche Masse angegebenen Spannungen.) Die Dicke der betrachteten Scheibe sei 1 cm. An der Innenwand $r=a$ greift auf die Länge von 1 cm die Kraft p (kg) an, unter deren Wirkung in einem beliebigen Abstand r nach der Rohrtheorie folgende Spannungen auftreten:

in radialer Richtung $pa^2\frac{1}{r^2}$ (Druck)

in tangentialer Richtung $pa^2\frac{1}{r^2}$ (Zug)

in axialer Richtung 0

Die Zurückdrängung des Innenbogens ist: $y=p\frac{a}{E}\left(1+\frac{1}{m}\right)$

Es ist bekannt, daß jedes elastische Volumselement unter der Einwirkung seines Spannungszustandes Deformationen erleidet. Ist m die Querdehnungszahl (Poisson) der betreffenden Materie, so treten bei jeder Längenänderung e der einen Richtung in den beiden anderen hiezu **senkrechten Axrichtungen Queränderungen** $\left(\frac{e}{m}\right)$ auf und zwar sind dieselben bei einer Verlängerung e Verkürzungen und bei einer Verkürzung e Verlängerungen. Für Materialien, deren $m = 2$ ist, wird die Summe aller Volumsänderungen einer Volumseinheit gleich Null, man spricht von Inkompressibilität des Materials. Meist ist m größer als 2; der herrschende Spannungszustand bedingt dann entweder eine Volumsvergrößerung oder eine Volumsverkleinerung, je nachdem Zug oder Druck vorherrschend sind.

In vorliegendem Falle wird jedes Element von der Größe einer Volumseinheit an jedem Punkt der Scheibe in radialer Richtung mit der Kraft $pa^2\frac{1}{r^2}$ gedrückt, gleichzeitig in tangentialer Richtung mit derselben Kraft $pa^2\frac{1}{r^2}$ gezogen. Da diese beiden absolut gleich groß sind, sind bei gleichen E und m für Zug und Druck, was hier vorausgesetzt wurde, auch die zugehörigen spezifischen Längenänderungen und Queränderungen ihrer absoluten Größe nach gleich groß. Unter selbstverständlicher Vernachlässigung von Produkten mit Kleinheit zweiten Grades ergeben sich folgende Volumsänderungen:

Infolge der radialen Druckkraft:

In radialer Richtung eine Verkleinerung $=-e$

In tangentialer Richtung eine Vergrößerung $=+\frac{e}{m}$

In axialer Richtung eine Vergrößerung $=+\frac{e}{m}$

Infolge der tangentialen Zugkraft:

In tangentialer Richtung eine Vergrößerung $=+e$

In axialer Richtung eine Verkleinerung $=-\frac{e}{m}$

In radialer Richtung eine Verkleinerung $=-\frac{e}{m}$

Daher ergibt die gesamte Volumsänderung durch Addition der Einzeländerungen den Wert Null. — Dasselbe Resultat erhält man bei Beachtung der Gestalt des deformierten Elements mit den Seitenlängen $\left(1-e-\frac{e}{m}\right)$ in radialer Richtung, $\left(1+e+\frac{e}{m}\right)$ in tangentialer Richtung und $\left(1+\frac{e}{m}-\frac{e}{m}\right)$ in axialer Richtung aus dem Produkt der drei Klammer-Ausdrücke. Dies ergibt als Volumen des deformierten Elementes den Wert = 1, so daß als Volumsänderung nach Abzug des ursprünglichen Volumens = 1 wieder der Wert Null resultiert.

Das Doppelintegral aller dieser Volumsänderungen über den ganzen Sektor ergibt ebenfalls den Wert Null. Beachtet man, daß an jedem beliebigen Radialsektor der unendlichen Masse ein Ausweichen derselben weder in der Peripherie-Linie $r = \infty$ noch an den beiden Begrenzungsradien wegen der Radialsymmetrie der Anordnung und Belastung möglich ist, so folgt aus obigem Beweis, daß unter den aus der Rohrtheorie für die unendliche Masse berechneten Spannungen der innere Bogen $r = a$ ebenfalls in Ruhe bleiben müßte, was den Voraussetzungen für das Auftreten dieser Spannungen widerspricht. Es steht daher auch die oben angeschriebene Beziehung für die Gesteinszurückdrängung mit dem Spannungszustande in Widerspruch.

Zweiter Beweis: (Mit Hilfe der aus den Beziehungen der Rohrtheorie bei endlicher Wandstärke abgeleiteten Volumsänderungen des Radialsektors.) Die Theorie der dickwandigen Rohre gibt für ein Rohr mit dem Innenradius $r = a$ und dem Außenradius $r = b$ folgende Beziehungen an:

Radialspannung $\sigma_r = p\frac{a^2}{b^2-a^2}\frac{r^2-b^2}{r^2}$ (Druck)

Tangentialspannung $\sigma_t = p\frac{a^2}{b^2-a^2}\frac{r^2+b^2}{r^2}$ (Zug)

Unter Beachtung, daß die Gleichung für σ_r stets negative Werte gibt, (Föppl setzt für Druck das Zeichen —) ist die Volumsänderung der Einheit:

Infolge der radialen Druckspannung:

radial eine Verkleinerung: $+\frac{p}{E}\frac{a^2}{b^2-a^2}\frac{r^2-b^2}{r^2}$

tangential eine Vergrößerung: $-\frac{p}{mE}\frac{a^2}{b^2-a^2}\frac{r^2-b^2}{r^2}$

axial eine Vergrößerung: $-\frac{p}{mE}\frac{a^2}{b^2-a^2}\frac{r^2-b^2}{r^2}$

Infolge der tangentialen Zugspannung:

tangential eine Vergrößerung: $\frac{p}{E}\frac{a^2}{b^2-a^2}\frac{r^2+b^2}{r^2}$

axial eine Verkleinerung: $-\frac{p}{mE}\frac{a^2}{b^2-a^2}\frac{r^2+b^2}{r^2}$

radial eine Verkleinerung: $-\frac{p}{mE}\frac{a^2}{b^2-a^2}\frac{r^2+b^2}{r^2}$

Hieraus folgt durch Summierung aller dieser Volumsänderungen als Maß der Volumsänderung eines Elementes

$$Dv=\frac{pa^2}{E(b^2-a^2}\left[2-\frac{4}{m}\right]$$

Dieser Wert ist stets positiv, also stets eine Volumsvergrößerung.

Das Doppelintegral aller dieser Volumsvergrößerungen über den ganzen betrachteten Sektor ergibt daher eben-

Digitized by Google

falls eine Volumsvergrößerung des ursprünglichen Massenvolumens, welche durch entsprechende Auswärtsverschiebung des Sektors innerhalb der Begrenzungsradien in Erscheinung tritt. Die tangentialen Zugspannungen am Innenbogen und die zugehörige Faserverlängerung verlangen hiefür ein ganz bestimmtes Maß, während das Maß der Verschiebung des Außenbogens sich aus obigen Beziehungen leicht ableiten läßt. — Die Diskussion dieser Beziehung für die Volumsvergrößerung eines Elementes ergibt folgende Sätze:

1. Die Volumsveränderung Dv jedes Elementes ist von der Lage desselben innerhalb der Rohrmasse unabhängig und eine konstante Größe.

2. Für endliche Wandstärken wird Dv um so kleiner, je kleiner der Wert m ist. Für $m = 2$, also vollständig unkompressibles (inflexibles) Material wird Dv ebenfalls gleich Null, das Massenvolumen bleibt dann trotz endlicher Wandstärke bei jeder Belastung konstant, die Außenvolumsvergrößerung ist gleich der Innenvolumsvergrößerung.

3. Dv ist abhängig von dem Wandstärkenverhältnis b/a. Für b/a gleich unendlich wird Dv gleich Null. (Siehe der erste Beweis.)

b) Die aus der Rohrtheorie abgeleitete Dehnung des Innenradius (Gesteinszurückdrängung) gelangt beim Grenzübergang auf die unendliche Masse in Widerspruch zur Erfahrung und zum Begriff der Inkompressibilität.

Erster Beweis: Die aus dem Grenzübergang abgeleitete Formel für die Gesteinszurückdrängung im Stollen mit dem Radius a lautet: $y_a = \frac{pa}{E}\left(1 + \frac{1}{m}\right)$. Läßt man den Stollenradius a immer größer werden, so nimmt y_a proportional zu, also würde die Gesteinszurückdrängung im Druckstollen beim doppelten Stollenradius doppelt so groß werden. Für $y_a = \infty$, also ebene Gesteinsoberfläche würde eine Gesteinszurückdrängung $y_a = \infty$ herauskommen, was mit der Erfahrung in Widerspruch steht. Denn y ist auch in diesem Falle ein überaus kleiner endlicher Wert mit der Beziehung $y_a = k \cdot p$, wobei k (Bettungsziffer) wahrscheinlich keine Konstante ist, sondern mit wachsendem p gegen einen limes konvergiert. Daß in Wirklichkeit y_a mit wachsendem a nicht zunehmen kann, ist aber auch selbst ohne Grenzübergang von a bis unendlich einzusehen, da mit wachsendem a die seitliche Gesteinsverspannung immer mehr zunimmt, also y eher abnehmen muß. Gleichzeitig muß auch die zugehörige tangentiale Druckspannung immer mehr zunehmen, bis sie bei $a = \infty$ den Wert $\left(\frac{1}{m}\, p\right)$ erreichen muß. Für gänzlich inkompressibles Gestein (also z. B. Gestein, das bereits unter großem Druck steht), würde die tangentiale Druckspannung bei ebener Oberfläche den Höchstwert $\frac{1}{2}\, p$ erreichen.

Zweiter Beweis: Die Formel für die Gesteinszurückdrängung ergibt für den Kleinstwert $m = 2$, also für vollständige Inkompressibilität des Materiales, ihren größten Wert, nämlich $y_a = 1{,}5\, \frac{pa}{E}$, während in Wirklichkeit in diesem Fall y_a = Null herauskommen müßte, denn ein vollständig inkompressibler Fels würde überhaupt nicht zurückweichen können.

Dieses Verhalten der Formel für die Gesteinszurückdrängung ist eben wieder nur für das dickwandige Rohr zutreffend und an Hand der Beweise unter II. a leicht einzusehen.

Da die Theorie der Druckstollenberechnung nach Dr. Mühlhofer mit obigen Beziehungen für die Gesteinszurückdrängung rechnet, beziehungsweise der hieraus sich ergebende Wert in allen berechneten Zugspannungen des Felsens und der Auskleidung mit enthalten ist, dürfte es nunmehr auch dem Nichttheoretiker möglich sein, die Folgen einzuschätzen, welche für die Druckstollenberechnung aus der Anwendung dieser Beziehungen resultiert.

III. Berechnung der Druckstollen ohne Benützung der Rohrtheorie

a) Unausgekleidete Profile.

Die Beweise (unter II.) haben folgendes Ergebnis gezeitigt: Beim dickwandigen Rohr erfährt unter der Einwirkung der auftretenden Spannungen jedes Massenelement für sich, also auch die Gesamtmasse eine geringe Vergrößerung des Volumens, weil die absoluten Werte der tangentialen Zugspannungen etwas größer sind als diejenigen der radialen Druckspannungen. Diese Volumsvergrößerung konnte jedoch nur infolge der gleichzeitig erfolgten Verlängerung von Außen- und Innenradius in Erscheinung treten, wobei die Bedingung erfüllt werden mußte, daß die Differenz zwischen dem Produkt aus Außenradiusverlängerung mal Außenbogen, und der Volumsvergrößerung des ins Auge gefaßten Sektors gleich sein mußte dem Produkt aus Innenradiusverlängerung mal Innenbogen. Rechnet man diese Bedingungen an Hand der Funktion für die Radiusvergrößerung (nach Föppl)

$$u_r = p\, \frac{a^2}{m E (b^2 - a^2)} \left[(m-1)r + (m+1)\frac{b^2}{r}\right]$$

und der bereits oben abgeleiteten Gleichung für die Volumsvergrößerung eines Massenelementes

$$Dv = \frac{pa^2}{E(b^2 - a^2)} \left[2 - \frac{4}{m}\right]$$

nach, wobei die beim dickwandigen Rohr auftretende Verdünnung der Scheibe nicht übersehen werden darf, so zeigt sich diese Grundbedingung für das dickwandige Rohr vollständig erfüllt.

Beim Grenzübergang zur unendlichen Masse erfährt unter der Einwirkung der aus der Rohrtheorie folgenden Spannungen jedes Massenelement für sich, also auch die Gesamtmasse, keine Volumsveränderungen mehr, weil die absoluten Werte der tangentialen Zugspannungen und der radialen Druckspannungen jetzt gleich groß geworden sind. Der Außenradius der betrachteten Masse muß aber nunmehr unbedingt in Ruhe bleiben. Daraus würde folgen, daß infolge des Gleichbleibens des Volumens der Gesamtmasse auch der Innenradius in Ruhe bleiben müßte, was den berechneten Spannungen und der Tatsache widerspricht, daß das Gestein unter dem Innendruck eine meßbare Zurückdrängung erfährt. Die Gesetze des dickwandigen Rohres haben somit ihre Gültigkeit für die unendliche Masse verloren und liefern falsche Resultate.

Die tatsächlich auftretende Gesteinszurückdrängung bei Innendruck kann daher nur durch einen Spannungszustand erklärt werden, welcher in jedem Massenelement Volumsverkleinerungen hervorruft, deren Summe für einen ins Auge gefaßten Sektor gleich ist dem Maß der Gesteinszurückdrängung mal dem Innenbogen. — Da die Rohrtheorie nur Spannungszustände aufweisen kann, welche Volumsvergrößerungen der Einheit, oder im äußersten Grenzfall unendlich dicker Wand (der aber nach obigen Beweisen Widersprüche mit der Elastizitätstheorie hervorruft) Volumsgleichheiten hervorrufen, ist die Rohrtheorie für die Berechnung der Spannungen und Dehnungen in der unendlichen Masse auch als Näherung nicht mehr verwendbar.

Hiebei muß dem Einwand begegnet werden, daß die Meinungsverschiedenheit über die Zulässigkeit dieser oder jener Theorie nur rein theoretischen Wert habe, also für die Praxis bedeutungslos sei. Wie bereits oben erwähnt, ist der Wert der Gesteinszurückdrängung indirekt geradezu das Kriterium für die zu erwartenden Beanspruchungen innerhalb der Auskleidungsringe und die Überschätzung des Kriteriums y_a muß dieselben Folgen für die Materialökonomie der Druckstollen haben, wie etwa die Überschätzung der in der Theorie des Eisenbahnoberbaues vorkommenden Bettungsziffer C der Beziehung $y = \frac{p}{C}$

Digitized by Google

bei zu ungünstiger Annahme von C würden die erforderlichen Trägheitsmomente von Schwellen und Schienen zu große Werte annehmen.

Die Frage, ob die aus der Rohrtheorie für die unendliche Masse abgeleitete Beziehung y_a für die Gesteinszurückdrängung zu groß ist, wird durch die groß angelegten Amsteger Versuche in der Schweiz gelöst werden, da anzunehmen ist, daß diese Messungen den höchsten Grad der Genauigkeit aufweisen. Sind die ermittelten Werte y_a bedeutend kleiner als die Mühlhofer'sche Beziehung sie angibt, und ich bin überzeugt davon, dann wird es ein leichtes sein, das Auftreten tangentialer Druckspannungen im Fels als Folge der Innenbelastung auch nachzuweisen.

Diese Nachrechnung erfolgt dann auf Grund folgender Überlegung: Man betrachte einen Sektor des Gesteins, dessen Innenbogen 1 cm lang und mit p/kg pro cm² belastet ist. Die tangentiale Querdehnung der Innenbogenfaser berechnet sich unter Beachtung der radialen Druckkraft p und der zugehörigen Stollenaxialen-Druckkraft $\frac{p}{m}$ aus der Beziehung $\frac{p}{E}\left(\frac{m+1}{m^2}\right)$. Die der Gesteinszurückdrängung y_a zugehörige geometrische Bogenverlängerung folgt der Beziehung $\left(\frac{y^a}{a}\right)$. In allen Fällen, in denen nun erstere größer ausfällt als letztere, müssen noch tangentiale Druckspannungen am Umfange des Stollenprofiles hinzutreten, die diese Differenz wettmachen. Das Kriterium für tangentiale Druckspannungen lautet daher

$$y_a < \frac{pa}{E}\,\frac{m+1}{m^2},$$

wobei y_a gleich dem aus Versuchen ermittelten Wert ist.

Diese Beziehung ist keineswegs als Gleichung für y aufzufassen, da die Proportionalität zwischen y und a, wie bereits oben geschildert wurde, unzutreffend ist.

Aus obigem folgt, daß schon für Werte y, die $\left(\frac{1}{m}\right)$ fach kleiner sind, als der Mühlhofer'sche Wert, im Druckstollen tangentiale Druckspannungen auftreten.

Es sei hier nebenbei erwähnt, daß der Versuch, das Problem mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln der technischen Mechanik zu lösen, dadurch, daß man einen betrachteten Radialsektor mit p belastet und die Deformationen mit der geometrischen Figur des unbelasteten Sektors vergleicht, nicht zum Ziele führen kann, weil für unendlich lange Sektoren die Integration aller radialen Verkürzungen stets den Wert unendlich ergibt, was der Wirklichkeit selbst für den Fall ebener Gesteinsfläche, also parallelseitiger Sektoren widerspricht. In diesem Sinne haben vielleicht die Darstellungen meiner ersten Abhandlung zu ähnlichen Nachrechnungen geführt, deren Resultate dann natürlich meine Schlußfolgerungen als unrichtig erscheinen lassen mußten.

Die theoretische Begründung meiner Behauptungen ist daher vorläufig in dem Nachweis der elastizitätstheoretischen Widersprüche der bisherigen Berechnungsmethode zu suchen und durch den Vergleich mit den Amsteger Messungen voraussichtlich auch zu finden.

b) Ausgekleidete Profile.

Erweisen sich die theoretischen Einwände gegen die bestehenden Berechnungsmethoden der Druckstollen durch die praktischen Messungen bewiesen, dann sind damit auch die Schlußfolgerungen meiner ersten Abhandlung in Nr. 6 der „Wasserkraft" richtig. Als sichersten Weg der Berechnung der Auskleidungsprofile schlage ich vor, folgendermaßen vorzugehen. — Der Radius der Gesteinsfläche sei a, jener der Auskleidungs-Innenfläche i. Zunächst ist y_a als Funktion des im Stollen herrschenden Druckes p kg/cm² zu ermitteln, entweder durch Versuche direkt, oder durch Gleichsetzung mit unter ähnlichen Verhältnissen gemachten anderen Versuchen. Hiebei ergibt sich

$y_a = f(p')$, wobei $p' = p\frac{a}{i}$ in Rechnung zu stellen wäre,

Die Dicke der Auskleidung $(a - i)$ soll im Gegensatz zur bisherigen Methode nur vom Standpunkt der vorhandenen Gebirgsdrücke und etwa zu erzielender Dichtheit des Ringes ermittelt werden. Das Kriterium für die Art des Auskleidungsmateriales soll nun heißen: „Welche Werte E und m muß man dem Auskleidungsring geben, damit unter dem herrschenden Wasserdruck nur tangentiale Druckspannungen auftreten können?" Dies wird erfüllt, wenn $\frac{y_i}{i} < \frac{p}{E}\,\frac{m+1}{m^2}$, nun ist

$$y_i = y_a + \Sigma e_r, \text{ wobei } \Sigma e_r = \frac{p}{E}\int_i^a \left(\sigma_r - \frac{1}{m}\,\sigma_r\right) dr \text{ ist.}$$

Mit $\sigma_r = p\,\frac{i}{r}$ wird $\Sigma e_r = \frac{pi}{E}\left(1 - \frac{1}{m}\right) log\ nat\left(\frac{a}{i}\right)$,

$$\text{also } \frac{1}{i}\left[y_a + \frac{pi}{E}\left(1 - \frac{1}{m}\right) log\ nat\left(\frac{a}{i}\right)\right] < \frac{p}{E}\,\frac{m+1}{m^2}$$

woraus sich ergibt: $\frac{y_a}{pi} < \frac{1}{E\,m}\left[\frac{m+1}{m} - (m-1)\,log\ nat\left(\frac{a}{i}\right)\right]$

Aus diesem Kriterium für die zu wählende Auskleidung ist zu lesen:

1. Damit im Auskleidungsring Druckspannungen auftreten, muß zunächst $log\ nat\left(\frac{a}{i}\right)$ stets kleiner als $\frac{m+1}{m(m-1)}$ gemacht werden. Dies ergibt folgende zulässigen Höchstwerte für das Auskleidungsringverhältnis $\left(\frac{a}{i}\right)$:

bei $m = 2$ muß	$\left(\frac{a}{i}\right)$ größer sein als 4.0
„ $m = 3$ „	„ „ „ 1.9
„ $m = 4$ „	„ „ „ 1.5
„ $m = 5$ „	„ „ „ 1.35
„ $m = 10$ „	„ „ „ 1.15

Das Verhältnis $\left(\frac{a}{i}\right)$ ergibt sich für jeden Wert m stets größer als 1,00.

Nach meiner Auffassung wird der für den drei-axigen Spannungszustand noch ziemlich unsicher bekannte Wert m für unter Gebirgsdruck stehende Gesteine ziemlich tief liegen, etwa zwischen 2 und 3, das heißt, mit anderen Worten, daß die Kompressibilität unter dem Wasserdruck infolge des bereits herrschenden hohen Grades von Kompression unter dem Gebirgsdruck nur mehr eine sehr geringe sein kann. Die Amsteger Versuche werden auch hierüber Aufschlüsse geben.

2. Bei gegebenen Wert y_a ist das Kriterium für auftretende tangentiale Druckspannungen im Auskleidungsring um so leichter zu befriedigen, je kleiner $log\ nat\left(\frac{a}{i}\right)$ gewählt wird, also je dünner die Auskleidungsstärke ist.

Dieses Resultat ist bereits durch die Amsteger Versuche bestätigt, woselbst von vier verschiedenen Auskleidungsstärken in Serizitschiefer die geringste Ringstärke die größten Drücke ausgehalten hat!

3. Bei gegebenem Wert y_a ist das Kriterium für auftretende tangentiale Druckspannungen im Auskleidungsring um so leichter zu befriedigen, je kleiner der Elastizitätsmodul der gewählten Auskleidungsmasse ist.

Einen Beweis für diese theoretische Erkenntnis glaube ich in allen nicht gerissenen Druckstollen mit nicht armierter Betonauskleidung zu sehen, die nach der Rohrtheorie reißen müßten.

Digitized by Google

IV. Besprechung der in Nr. 6 der „Wasserkraft" vorgebrachten Argumente.

a) Betreffend die Zulässigkeit der Rohrtheorie auf die Spannungsermittlung im Fels.

1. Die theoretischen Beweise gegen die Zulässigkeit des Grenzüberganges sind unter II. zu finden.

2. Die Zulässigkeit des Grenzüberganges von dickwandigen Rohren normaler Anordnung (Wandstärke bedeutend kleiner als Rohrlichtweite) zur unendlichen Masse (Heft Nr. 8, S. 91, 1.) kann trotz des Hinweises auf die Literatur keineswegs als unumstößliche Wahrheit gelten, wie gerade aus der an der oben erwähnten Stelle zitierten Abhandlung von F. Wilhelm und A. Leon, Wien 1913, entnommen werden kann. Dort ist zu lesen: „daß schon für eine auf Innendruck beanspruchte Röhre, deren Wandstärke gleich ist dem inneren Durchmesser, die Bruchfestigkeit ungefähr fünfmal so groß ist, als es sich aus den Formeln für dickwandige Gefäße ergeben würde! Dennoch sei die Gültigkeit und Richtigkeit dieser Formeln noch niemals von ernster Seite in Zweifel gezogen worden" und in einer Fußnote: „übrigens könne die Elastizitätstheorie diese große Differenz nicht erklären."

Diese überaus wichtige Notierung muß in Verbindung mit den unter II. geführten theoretischen Nachweisen, daß die Spannungsformeln nach dem Grenzübergang die auftretende Deformation nicht mehr zu erklären im Stande sind, die Beurteilung der für die Zulässigkeit des Grenzüberganges vorgebrachten Argumente dahin ändern, daß es sich hier vielleicht um Gebiete der Festigkeitslehre handelt, die bisher mangels eines praktischen Bedürfnisses der Kritik weniger ausgesetzt waren.

3. Bezüglich der Richtigkeit der aus der Rohrformel folgenden Beziehung für die Gesteinszurückdrängung ist neuerdings festzustellen, daß diese Formel für y_a in jedem beliebigen Umkreis des Stollens wegen des Produktes $p \cdot a$ immer den gleichen Wert ergibt, während doch dieser Wert für tiefer liegende Gesteinspartien immer kleiner werden muß. Uebrigens sei hier außerdem auf die Diskussion unter II. b hingewiesen.

4. Die Meinungsdifferenz über die Beurteilung des Einflusses der Vernachlässigung der Querberührungsspannungen bei den Radialstäben der gerissenen Zonen ist von geringem Einfluß auf das Endresultat und kann mit Rücksicht darauf, daß es sich schießlich darum handeln würde, wie groß diese bestehenden Radialfugen in Rechnung gesetzt werden müssen, beigelegt werden.

b) Betreffend meine Schlußfolgerungen für ausgekleidete und nicht ausgekleidete Stollenprofile und die denselben gemachten Vorwürfe der Unzulässigkeit, des Mangels an theoretischer Grundlage und des Widerspruches zur Praxis.

1. Hier hat speziell die Darstellung, daß bei allseitigem äußeren Drucke tangentiale Zugspanungen im Gebirge auftreten müßten, großen Widerspruch erregt. Ich stelle daher nochmals fest, daß dieser Schluß aus einer Umkehrung der Belastungsverhältnisse abgeleitet wurde, was jedenfalls nicht exakt ist. Verleitet wurde ich durch die Anmerkung der Forscher Dr. Leon und Wilhelm (Wien 1912), welche ausdrücklich schreiben: „daß sich durch den Ausbruch des Hohlraumes im Gestein sogar Partien bilden können, die beträchtliche Zugspannungen aufweisen. An Experimenten haben wir das Auftreten von Zugrissen wiederholt beobachtet. Das Entstehen der Zugrisse hat eine teilweise Entlastung der gedrückten Teile zur Folge. Das Profil des Hohlraumes wird ungefährlicher." Es ist immerhin möglich, daß hier falsche Schlußfolgerungen und Überschreitungen des Ähnlichkeitsgesetzes vorliegen.

2. Das Auftreten des Längsrisses im unausgekleideten Druckschacht des Kraftwerkes Herlandsfossen als Beweis für die Zugspannungstheorie im Druckstollen vorzubringen, kann nicht akzeptiert werden. Schon die mit 5 mm angegebene Rißweite deutet darauf hin, daß dieser singulär aufgetretene Riß entweder nur durch eine bestehende lassenartige Gefügestörung in den Nachbargesteinspartien, oder durch zu kleine Felsüberlagerungen bedingt sein muß. Wenn man den Riß mit Hilfe der aus der Rohrformel folgenden tangentialen Zugspannungen im Fels zu erklären versucht, so erhielte man bei einem angenommenen Lichtradius von 150 cm mit $m = 5$ eine notwendige tangentiale Zugspannung von ca. 125 kg/cm², während die rechnungsmäßige tangentiale Zugspannung nur 13 kg/cm² ist. Die Tatsache, daß der eigentliche Riß auch nur ca. 10—15 m lang war, daß es nur ein singulärer Riß im ganzen Umfang und nicht reguläre, radiale, feine Rissescharen waren, ferner das Auftreten von Quellen an der talartigen Senkung, die die Rissestelle kreuzt, berechtigen zu der Feststellung, daß man hier von einer typischen „Aufblähungserscheinung" des Gebirges unter dem Wasserdruck sprechen kann. — Warum ist nicht der ganze unterste Horizontalstollen, der überall den gleichen Druck hatte, ebenfalls gerissen?

Es erscheint ferner als eine irrtümliche Auffassung meines Textes, wenn die selbstverständlichen Tatsachen, daß bei einem derartigen Aufblähungsriß (Platzen) die Wasserverluste mit dem Wasserdruck steigen und fallen, und daß der Aufblähungsriß sich bei Verschwinden des Wasserdruckes unter dem Gebirgsdruck wieder geschlossen hat, dazu herangezogen werden, um meine Schlußfolgerung, die natürlich nur für solche Risse hinter Verkleidungen galten, die bereits vor der Wasserbelastung bestanden haben, als absurd hinzustellen.

3. Der von mir aufgestellte Satz: daß bei ausgekleideten Druckstollen die Art der auftretenden Tangentialspannungen von dem Verhältnis der elastischen Charakteristiken E und m von Auskleidung und Fels abhängig ist, kann durch die bloße Anführung der tatsächlich auftretenden Faserverlängerung nicht entkräftet werden, wie aus den theoretischen Nachweisen des II. Teiles zu entnehmen ist.

4. Die theoretische Unbegrenztheit der Anwendung von Druckstollen stellte ich nur für das „unausgekleidete Profil" auf (Heft 6, S. 68, r. Mitte), so daß die diesbezügliche Kritik (Heft 8, S. 95, r.), auf einem Versehen beruhen muß. Im übrigen wollte die Feststellung der theoretischen Unbegrenztheit nur hervorheben, daß bei vorhandener Wasserdichtheit des Felsens eben Auskleidungen der bisherigen Art und hauptsächlich mit der bisherigen, durch die Berechnungsmethoden nach der Rohrtheorie begründeten, allzugroßen Wandstärke, überflüssig seien. (Siehe die Versuche am Amsteger Werk mit vier verschiedenen Mantelstärken unter III.)

Wenn man beachtet, daß Druckstollenversuche bisher ohne jede Beachtung des Verhältnisses der elastischen Werte E und m von Auskleidung und Gestein vorgenommen wurden und infolge der meist sehr groß gewählten Auskleidungsstärken fester gestampfte, daher härtere Betonsorten geschaffen wurden, welche nach meiner Auffassung zum reißen prädestiniert waren, so kann man die Resultate dieser Versuche nicht als Gegenbeweise gegen meine Vorschläge, sondern eher als Beweise hiefür vorbringen.

Die scharfe Ablehnung, welche meine erstmalige, vielleicht etwas impulsive, jedoch nur sachlich beabsichtigt gewesene Darlegung über die Spannungsverhältnisse im Druckstollen in dem Schlußwort der eingangs erwähnten Kritik (Nr. 8, S. 96, r.) erfahren hat, dürfte durch obige Beleuchtung und die elastizitätstheoretischen Nachweise bezüglich des Vorwurfes des Fehlens jeder wissenschaftlichen und sonstigen Grundlage einige Korrektur erfahren müssen. Denn ich sehe auch der einzigen noch möglichen Begründung der Mühlhofer'schen Formeln, nämlich mittels der eleganten Ableitung von Prof. Kirsch für gelochte Bleche, mit Ruhe entgegen; die Unzulässigkeit der Anwendung dieser Spannungsbilder auf den Druckstollen läßt sich ebenso leicht nachweisen wie für die Rohrtheorie.

Digitized by Google

Rundschau

Bahnelektrisierung

Elektrisierung der Eisenbahnen Frankreichs. In „La Houille Blanche" Nr. 69/70, 1922, hat Ingenieur Parodi der „Ch. d. f. de Pois à Orléans" eine Darstellung der Arbeiten gegeben, die die genannte Eisenbahngesellschaft nunmehr ausführen läßt, um einen wesentlichen Teil ihres Netzes zu elektrisieren. Nachdem er erwähnt hat, daß Frankreich lange zögerte, seine Wasserkraft auszunützen, hebt er hervor, daß die Eisenbahngesellschaften in der Regel ihre eigenen Kraftstationen bauen mußten, da die schon bestehenden Anlagen zu klein waren, um Kraft für elektrischen Betrieb von Bahnen zu liefern. Bei den verschiedenen Ausbauten, die nunmehr stattfinden, hat man in Rechnung gezogen, daß die Kraftanlagen der Eisenbahnen zunächst nur Energie für die Eisenbahnen selbst liefern, aber das Zusammenarbeiten mit der Industrie in einer nahen Zukunft ist berücksichtigt. Man ist daher nun darüber einig, daß die Kraftstationen für dreiphasigen Wechselstrom von 50 Perioden gebaut werden sollen, wie dies die Industrie wünscht, und ebenso ist man einig darüber, daß die Eisenbahnen hochgespannten Gleichstrom für ihren Betrieb anwenden sollen. Als Gegensatz dazu mag erwähnt werden, daß man in Italien, Schweiz, Schweden und Deutschland, wo es ja schon eine Reihe elektrischer Bahnen gibt, ein- oder dreiphasigen Wechselstrom niedriger Frequenz gewählt hat. Man muß daher zwei verschiedene Netze für die Kraftüberführung haben, eines für den Eisenbahnbetrieb und eines für den Bedarf der Industrie. Dagegen hat man den hochgespannten Gleichstrom für elektrischen Betrieb in Frankreich, Belgien, England, Holland, Japan und Chile vorgezogen, wesentlich aus dem Grunde, weil es dabei viel leichter ist, mit der Industrie zusammenzuarbeiten. Dieses Zusammenarbeiten ist für die Industrie ebenso notwendig, wie es das Lademaß für die Eisenbahnen ist, und wahrscheinlich wird man Schritt für Schritt zu der Erkenntnis kommen, wie wünschenswert es ist, dieses Zusammenarbeiten auf das ganze europäische Eisenbahnnetz auszudehnen.

Ein einheitliches Netz für Kraftüberführung hat sehr große Vorteile, nicht allein, weil die Linien vereinfacht werden, sondern auch, weil die Wirtschaftlichkeit und Sicherheit des Betriebes erhöht wird. Mit mehreren Kraftstationen wird eine sichere Stromlieferung erzielt und das ist absolut notwendig, ob es sich jetzt um Kraft oder Licht handelt, und das ist ganz besonders notwendig für Eisenbahnbetrieb, nicht zum mindesten aus militärischen Rücksichten. In Kriegszeiten kann z. B. ein feindlicher Flieger eine Station oder eine Kraftleitung zerstören, aber wenn man eine Reihe zusammenarbeitender Kraftanlagen einrichtet, wie es hier gemeint ist, so wird keine dauernde Betriebsunterbrechung verursacht werden. Wo man eine Wasserkraft- und Dampfstation zusammenarbeiten läßt, wird die letztere vollständig mit einer nahezu gleichbleibenden Belastung ausgenützt werden und andererseits werden die Wasserkraftanlagen einander gegenseitig helfen, besonders da, wo einzelne Stationen im Laufe des Jahres sehr wechselnde Wassermengen für ihren Betrieb haben, namentlich in den Fällen, wo das Schneehochwasser in den verschiedenen Wasserläufen zu verschiedenen Zeiten eintritt. Wenn alle Verhältnisse in Betracht gezogen werden, so wird man erkennen, daß künftig auf ein nationales Kraftüberführungsnetz hingearbeitet werden sollte. Zwar wird es hier viele Schwierigkeiten zu überwinden geben und viele Interessen werden einander widerstreiten. Aber hier sollte der Staat das Zusammenwirken vermitteln, ein gemeinsames Programm aufstellen und bei den großen auszuführenden Arbeiten mithelfen und die Eisenbahngesellschaften sollten ihrerseits ihre Elektrisierungsarbeiten so einrichten, daß die fertigen Anlagen an das nationale Netz angeknüpft werden können.

Was die „Chemins de fer de Pois à Orléans" betrifft, so hat diese Gesellschaft schon vor 20 Jahren ihre Vorortslinie Paris, Quai d'Orsay—Juvisy elektrisiert, 27 km mit 600 Volt Gleichstrom von Dampfzentralen aus. Die Gesellschaft wird nun die Wasserfälle in der Auvergne und besonders im Flusse Dordogne ausbauen. Die Elektrisierung soll zuerst eintreten auf den Linien Paris-Orléans-Limoges-Brive-Montaubau, Brive-Capdenac-Toulouse und einer Reihe von Linien zwischen Montluçon im Norden und Auvillac im Süden, und von Limoges nach Angoulême, im ganzen ungefähr 2500 km. Was den jetzigen Betrieb mit Dampflokomotiven betrifft, so ist zu bemerken, daß die recht flache Linie Paris-Orléans 1200 Tonnen Kohle für den Kilometer braucht, während die schwierige Strecke St. Sulpice-Lauriére bis Gannat nur 250 Tonnen braucht.

Folgende Abschnitte sollen zuerst in Angriff genommen werden: Paris-Vierson, 200 km, die dabei bis Limoges und Brive, 499 km, von Paris verlängert wird; ungefähr gleichzeitig wird die Strecke St. Sulpice-Gannat, 189 km, und Brive-Clermont, 269 km, elektrisiert. Der erstgenannte Abschnitt soll Strom von einer Wasserkraftanlage in Creuse bei Eguzon und von Dampfzentralen in der Nähe von Paris bekommen, die letztgenannten Abschnitte von einer Wasserkraftanlage in Auvergne, wo augenblicklich zwei in der Ausführung begriffen sind, bei Coindre und la Cellette. Alle diese Gruppen von hydro-elektrischen und wärmeelektrischen Kraftanlagen sollen sodann untereinander durch Hochspannungsleitungen mit ungefähr 150 000 V. verbunden werden, wobei die dichtbebauten Gegenden um Paris mit seiner schweren Industrie Kraft aus dem Innern Frankreichs würden bekommen können.

Was den Betrieb der verschiedenen Eisenbahnlinien betrifft, so wird der Vorortverkehr Paris-Etampes und Dourdon durch Kraftwagen, jeder zu ungefähr 1000 PS, besorgt werden, während die Güter- und Personenzüge im übrigen mit elektrischen Lokomotiven befördert werden, ungefähr wie solche jetzt zwischen dem Quai d'Orsay und Juvisy angewendet werden, aber viel stärker; für die Expreßzüge soll ein ganz neues Modell einer Lokomotive gebaut werden. Die hier angeführten ersten Elektrisierungsarbeiten werden vier bis fünf Jahre in Anspruch nehmen, während die ganze Arbeit ungefähr zwanzig Jahre beanspruchen wird.

Auf Grundlage des Betriebes vom Jahre 1913 werden die Kohlenersparnisse, die durch die Elektrisierung der 2500 km erreicht werden, sich auf eine Million Tonnen belaufen, sofern die Energie von Wasserkraftstationen bezogen wird. Doch wird noch mehr erspart werden können, da aller Wahrscheinlichkeit nach große Mengen Elektrizität an Industrie und Landwirtschaft in allen den Gegenden, in die die Kraftleitungen gelegt werden, geliefert werden. Die Kraftanlagen sollen dann Dreiphasenwechselstrom von 50 Perioden liefern und dieser Strom soll in Unterstationen längs den Eisenbahnlinien auf 1500 Volt Gleichstrom umgeformt werden. — Die Wahl dieser Stromart für die Eisenbahnen ist nicht nur auf Grund von Betrachtungen a priori oder in Rücksicht auf das nationale Netz an Kraftleitungen erfolgt, sondern auch auf Grund der in England und Amerika an Gleichstrombahnen erreichten Ergebnisse.

Über 150 000 km Eisenbahn- und Straßenbahnlinien wenden Gleichstrom an und in Nordamerika allein sind es über 100 000 km Strecke mit 600 Volt, 4500 km mit 1200 bis 1500 Volt und 1800 km mit 2400—3000 Volt. In den Vereinigten Staaten sind kaum mehr als 2500 km Strecke mit einphasigem Wechselstrom. Die größte Anlage mit Gleichstrom weist die Chicago-Milwaukee-St. Paul Railway auf, die über 1000 km Strecke mit 3000 Volt hat. Hier werden täglich ungefähr 50 Lokomotiven zu 3500 PS angewendet, von denen jede 10 Züge von einem mittleren Gewicht von 1900 Tonnen auf Steigungen bis hinauf zu 20 Prozent zieht.

In Europa, wo das Zuggewicht kleiner und die Zahl der Züge größer ist, kommt man mit einer niedrigeren Spannung als 3000 Volt durch. Straßenbahnen und Untergrundbahnen mit rascher Zugfolge werden sich lange mit

Digitized by Google

600 Volt behelfen können und für eine Strecke wie die Hauptlinie zwischen Paris und Orléans, 125 km, mit zweihundert Zügen im Tage, werden 1300 Volt reichlich sein. Je stärker der Verkehr ist, desto besser wird man mit einer niedrigen Spannung durchkommen. — Bei einer Spannung von 1500 Volt kann man Stromzuführung durch eine dritte Schiene oder durch Luftleitung anwenden. Wird beides angewendet, so bekommt man ein System von allergrößter Sicherheit, besonders für Expreßzüge.

Auf Grund derartiger Betrachtungen haben Belgien und England beschlossen, 1500 Volt Gleichstrom bei der Elektrisierung ihrer Bahnen anzuwenden.

In Ansehung der Vorteile, die durch die Elektrisierung erreicht werden, hebt der Verfasser hervor, daß man eine bessere Ausnützung sowohl der Strecken als der Stationen erreichen wird, und besonders, daß die elektrischen Lokomotiven von den 24 Tagesstunden 20 verwendet werden können; während man z. B. jetzt die Lokomotiven zwischen Paris und Bordeaux auf 588 km zweimal wechselt, liegt nichts im Wege, ein und dieselbe elektrische Lokomotive für die ganze Strecke zu benützen. Auf der Chicago-Milwaukee und St. Paul Railroad fahren die elektrischen Lokomotiven doppelt so lange wie früher die Dampflokomotiven und man hat dabei erreicht, daß man mit weniger Depots, Werkstätten usw. durchkommt. Was die Geschwindigkeit betrifft, die bei elektrischen Lokomotiven in Anwendung kommen soll, so wird man kaum über die 100—120 km/Std. hinausgehen, die von den französischen Expreßzügen vor dem Kriege angewendet wurden.

Schließlich erwähnt noch der Verfasser, daß man einen Zug mit zwei elektrischen Lokomotiven, beide von einem Führer bedient, fahren kann, da der Führer die zweite Lokomotive derart steuern kann, daß er einen Wechselstrom von passender Frequenz dem Gleichstrom der Fahrleitung überlagert. Dabei wird eine elektrische Verbindung zwischen den Lokomotiven erzielt, ohne daß Kabel zwischen ihnen angewendet werden. Weiter werden die Lokomotiven mit magnetischen Buffern ausgesteuert werden können zur Verwendung im Verschiebedienst, wobei diese Verschiebungen viel leichter werden ausgeführt werden können und vor allem für die Bedienung nicht so gefährlich sein werden, wie dies jetzt der Fall ist.

Wenn man in Erwägung zieht, daß die Ausnützung einer Dampflokomotive innerhalb 24 Stunden die folgende ist: 12 Stunden Ruhe, 6¾ Stunden Fahrt und 5¼ Stunden Putzen und Reinigung, so sieht man sogleich, welche großen Vorteile die elektrischen Lokomotiven haben; eine solche kann zwei oder drei Dampflokomotiven ersetzen, jede mit ihrem Führer und Heizer, während die elektrische Lokomotive einen Führer und eine Hilfskraft hat, und der Dienst dieser letzteren wird viel leichter sein als bei Dampflokomotiven. Dr. S.

Wasserstrassen

Eine Wasserstraße von Straßburg bis Orléans. Von den Handelskammern von Troyes, Melun, Auxerre und Orléans wird die Schaffung eines Kanals von Straßburg nach Orléans in Vorschlag gebracht, um dem Elsaß einen besseren wirtschaftlichen Anschluß an Frankreich zu verschaffen. In einem von R. Chenesseau der Handelskammer von Orléans erstatteten Bericht über diese Angelegenheit, wird darauf hingewiesen, daß zwischen dem Rhein, der Saar und dem Gebiet von Nancy einerseits und Troyes, Montereau, Montargis, Orléans und Briare anderseits nur unzulängliche und über weite und kostspielige Umwege gehende Verkehrswege vorhanden sind. Weiter heißt es in dem Bericht, daß zwischen Elsaß-Lothringen und den Tälern der Seine und Loire und weiterhin dem Ärmelkanal und dem Atlantischen Ocean bessere Verkehrsbedingungen geschaffen werden müssen, so daß man unwillkürlich auf den Gedanken kommt, daß das deutsche Projekt einer deutschen Rheinmündung den Franzosen die Idee einer französischen Rheinmündung durch Schaffung einer Kanalverbindung vom Rheine nach der atlantischen Küste einsuggeriert hat. Das Projekt gilt als ein sehr seriöses, denn die Direktion für Abteilg. d. Binnenschiffahrt hat sich damit bereits eingehend befaßt. Bereits liegen drei verschiedene Projekte vor, nämlich: 1. Vitry-le-François, Arcis-sur-Aube, Marcilly, Montereau, Montargis; 2. Vitry-le-François, Troyes, Saint-Florentin, Joigny, Montargis; 3. Vitry-le-François, Troyes, Marcilly, Montereau, Montargis. Das erste Projekt wird von den Fachleuten den andern vorgezogen. Es handelt sich also darum, einen Kanal zu bauen von Vitry-le-François bis Arcis-sur-Aube, dann die Aube zu kanalisieren von Arcy bis Marcilly-sur-Seine, die Seine zu kanalisieren zwischen Marcilly und Montereau und den Kanal von der obern Seine nach Troyes auszubauen. Auf diese Weise sollen die Seine und die Loire mit dem in Straßburg in den Rhein mündenden Rhein—Marne-Kanal verbunden werden. Da der Rhein—Marne-Kanal aber nur von Kähnen von höchstens 300 Tonnen Fassungsvermögen befahren werden kann, ist eine Konkurrenzierung der Rheinwasserstraße ausgeschlossen, zumal noch zwischen Straßburg und Orléans an die hundert Schleusen zu überwinden wären.

Verschiedenes

Der Ausbau des St. Lorenzstromes. In den Vereinigten Staaten ist man darin einig, daß der St. Lorenzstrom für die Schiffahrt und die Krafterzeugung ausgebaut werden muß, nur in der Frage, welchem Projekte der Vorzug zu geben sei, herrscht noch Streit. Seit mehr als drei Jahren werden Projektstudien gemacht, die schon 250 000 Dollar verschlungen haben zu Lasten der "Frontier Corporation of the New York State", einem Konzern, der sich zusammensetzt aus den Firmen „Du Pont Co.", „General Electric Co." und „Aluminium Co. of America". Das Interesse an der Schiffahrt auf dem Lorenzstrom ist heute wesentlich größer als das Interesse an der Kraftgewinnung und daher begrüßt man vielfach das neue Ausbauprojekt des Ingenieurs H. L. Cooper, das auch die wirtschaftliche Seite mehr berücksichtigt. Er geht von der Ansicht aus, daß vor allem die Schiffahrt berücksichtigt werden muß, und damit stellt er sich in Gegensatz zu den Projekten der Regierung. Letztere wollen 5,5 Millionen PS. gewinnen mit einer Ausgabe von 506 Millionen Dollar und bei Erstellung von 3 Wehren mit 9 Schleusen und 50 km Kanalbauten; jener aber bringt 5 Wehre in Vorschlag, 6 Schleusen und nur 10 km Kanalbauten und die Gewinnung von 5,4 Millionen PS. bei einer Gesamtausgabe von nur 400 Millionen Dollar.

The biggest in Europe. Das Laufrad zu einer von den acht Riesenturbinen, den größten, die bis heute in Europa, was die Ausmaße betrifft, ausgeführt wurden, kommt im Sommer auf der Ausstellung in Göteborg zur Aufstellung. Das Laufrad wird 11 500 PS. abgeben können, hat einen Durchmesser von über 5 m und ein Gewicht von etwa 39 Tonnen. Dr. S.

Erfahrungen mit Holzrohrleitungen. In Amerika werden schon seit mehr als ein Jahrzehnt Holzrohrleitungen für die Zuleitung von Betriebswasser für Wasserkraft- und Bewässerungszwecke in weitgehendem Maße verwendet. Bisher sind aber niemals systematische Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit, die Lebensdauer solcher Leitungen usw. angestellt worden. Dies geschah jetzt durch die staatliche Forstbehörde an 196 Leitungen. Da man auch bei uns, infolge der ins Ungemessene steigenden Eisenpreise, dazu überzugehen beabsichtigt, Holzrohrleitungen zu legen, dürften die amerikanischen Untersuchungsergebnisse von Interesse sein. Als nicht unerhebliche Zerstörungsursachen haben sich alkalihaltige Böden erwiesen, in denen das Alkali die Eisenbänder zerfrißt, sowie der Umstand, daß die Leitungen häufig nur teilweise gefüllt sind. Die Ergebnisse sind in nachstehender Aufstellung wiedergegeben. Unter anderem geht daraus hervor, daß sich Rohre aus Kiefernholz über der Erde besser, als in derselben gehalten haben. Inwieweit eine geeignete Tränkung der Hölzer mit fäulnisverbindenden Stoffen Einfluß hat, ist noch nicht geklärt.

Digitized by Google

Befund am Prüfungstag	sämtliche Leitungen				1910 u. früher gelegte Leitungen				1911 bis 1915 gelegte Leitungen				1916 bis einschl. 1920 gebaute Leitungen			
	Anlagen		Längen in amerik. Fuß[1])	davon %	Anlagen		Länge in Fuß	davon %	Anlagen		Länge in Fuß	davon %	Anlagen		Länge in Fuß	davon %
	Zahl	%			Zahl	%			Zahl	%			Zahl	%		
Tadellos	1	0,5	1030	0,3	—	—	—	—	1	1,7	1030	0,9	—	—	—	—
ausgezeichnet	7	3,6	16182	3,9	—	—	—	—	3	5,1	12046	10,1	4	6,2	4136	2,9
sehr gut	7	3,6	6913	1,7	—	—	—	—	3	5,1	4158	3,5	4	6,2	2755	1,9
gut	120	61,5	220851	53,7	34	48	42951	29,2	32	54,2	46649	39,1	54	83,0	131251	90,6
leidlich gut	31	15,9	65687	16,0	20	28	43579	30,2	11	18,6	22108	18,5	—	—	—	—
nicht gut	17	8,7	69781	17,0	7	9,9	34372	23,4	7	11,9	28669	24,1	3	4,6	6740	4,6
schlecht	5	2,6	9603	2,3	4	5,6	9091	6,2	1	1,7	5122	0,4	—	—	—	—
recht schlecht	1	0,5	3930	1,0	—	—	—	—	1	1,7	3930	3,3	—	—	—	—
nahezu unbrauchbar	4	2,1	15721	3,8	4	5,6	15721	10,7	—	—	—	—	—	—	—	—
nicht gerade schlecht	2	1,0	1087	0,3	2	2,8	1087	7,3	—	—	—	—	—	—	—	—
zusammen:	195	100	410785	100	71	100	146801	100	59	100	119102	100	65	100	144822	100

[1]) 3½ Fuss = 1 m.

Zustand der Holzrohrleitungen in Bezug auf deren Bauart:

Bauart	sämtliche Leitungen				1910 und früher gelegte Leitungen				1911 bis 1915 gelegte Leitungen				1916 bis 1920 einschl. gelegte Leitungen			
	gut oder besser		nicht gut od. schlecht		gut oder besser		nicht gut od. schlecht		gut oder besser		nicht gut od. schlecht		gut oder besser		nicht gut od. schlecht	
	Stränge	Länge in Fuß	Stränge	Länge in Fuß	Stränge	Länge in Fuß	Stränge	Länge in Fuß	Stränge	Länge in Fuß	Stränge	Länge in Fuß	Stränge	Länge in Fuß	Stränge	Länge in Fuß
Drahtgebund. Kieferdauben eingegraben	93	144560	22	76866	43	61440	13	46151	21	32179	6	23975	29	50941	3	6740
über der Erde	27	44191	2	1087	5	5188	2	1087	7	13006	—	—	15	25997	—	—
ebensolche Rotholzdauben eingegraben	2	38649	1	512	—	—	—	—	1	1727	1	562	1	36922	—	—
Fortlaufende Kieferdauben eingegraben	14	26445	2	8624	1	3500	—	—	11	22162	1	8624	2	783	—	—
über der Erde	22	45760	2	13033	5	16402	2	13033	10	16917	—	—	7	12441	—	—
Fortlaufende Rotholzdauben eingegraben	1	450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	450	—	—
über der Erde	7	10608	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	10608	—	—
Alle Typen	166	310663	29	100122	54	86580	17	60271	50	85991	9	33111	62	138142	3	6740
zusammen in %	85,1	75,6	14,9	24,4	76,0	59,0	24,0	41,0	84,7	72,2	15,3	27,8	95,4	95,4	4,6	4,6

Dr. Haller.

Wasserkraft der Welt. Nach einer amtlichen amerikanischen Untersuchung kann die Gesamtwasserkraft der ganzen Welt auf mindestens 439 Millionen PS. geschätzt werden. Ausgebaut sind bis jetzt erst 5,4 v. H. Dr. S.

Eine alte Flutmühle. Schon vor dem Weltkriege wurde die Frage der Ausnutzung von Ebbe und Flut diskutiert. Jetzt, nach dem unglücklichen Ausgange des Weltkrieges, wo uns auf Grund des Vertrages von Versailles unsere Kohlenschätze geraubt werden, ist diese Frage für uns Deutsche von größter Bedeutung. Würden uns doch durch die Dienstbarmachung der Meereskraft bedeutende Energiemengen zur Verfügung gestellt werden. Jedoch bietet die Umwandlung von Ebbe und Flut in Kraft große Schwierigkeiten, und die Bedingungen, die uns die Natur dabei gestellt hat, sind nicht sonderlich günstig. Von einem Niveau-Unterschied der Gezeiten kann man in der Ostsee überhaupt nicht sprechen, da sie mit dem Atlantischen Ozean nur durch die schmale Straße des Kattegatts in Verbindung steht, die Wassermengen also weder schnell genug zu- noch abfliessen können. So kommt nur unsere Küste an der Nordsee in Betracht. Hier haben die Gezeiten einen Unterschied von durchschnittlich 3 m; bei Cuxhaven beträgt er 2,8 m.

Unsere Feinde sind besser daran: die Nordamerikaner messen in der Fundy-Bai (Neuschottland) eine Niveau-Differenz von 70 engl. Fuß, d. i. 21, 23 m. und die Engländer im Bristol-Kanal eine solche von 18 m. Auch die Themse weist eine beträchtliche Fluthöhe auf, die sich beim Löschen der Schiffe im Hafen von London sehr unangenehm bemerkbar macht.

Schon um die Mitte des 17. Jahrhunderts wußte ein gewisser Experi diesen Gezeitenunterschied durch eine Kraftanlage auszunutzen. Sie wird von Johann Joachim Becher, einem Zeitgenossen Experi's, folgendermaßen beschrieben: „Nicht weit von Detford" (dem heutigen Deptford, einem Londoner Stadtteil nordwestlich von Green-

Digitized by Google

wich) „nebn dem Königlichen Proviant-Hause — hat dieser Experi eine Mühle erbauet — welche auf dem Lande stehet — und durch einen Canal von dem Tems-Wasser — sowohl in dem Zu- als Abfluß getrieben wird — wozu er ein absonderliches Rad hat — und ist sehr compendios, mit wenig Wasser — treibet dennoch einen sehr großen Stein". Jedenfalls handelte es sich also um ein unterschlächtiges Wasserrad, das der Erfinder durch die Gezeiten treiben ließ; während der Flut ließ man das Wasser über das Rad in ein leeres Bassin laufen. Nachdem sich dieses gefüllt hatte, schloß man es durch ein Wehr, das erst geöffnet wurde, wenn Ebbe eingetreten war und der Spiegel der Themse niedriger stand als der des Wassers im Bassin. Nun trieb dies aufgespeicherte Wasser wieder das Rad, bis das Becken leer gelaufen war und man das Wehr schloß. Sowie die Themse zu steigen begann, wurde es wiederum geöffnet, und das Spiel begann von neuem.

Der Besitzer ließ durch diese Anlage eine Mühle betreiben und erzielte damit nach seiner Schätzung die sechsfache Leistung einer gewöhnlichen Mühle. Becher vermeldet weiter, Experi habe ihm selbst die Maschine gezeigt, auch habe er (Experi) ein Patent darauf. Vielleicht war ihm die Anregung aus den Neu-Englandstaaten gekommen. Dort hatten die Holländer um 1635 an der Stelle des heutigen Brooklyn eine oder mehrere Flutmühlen erbaut. Diese bestanden aus Mühlrädern, die durch Wasser getrieben wurden, das die Holländer während der Flut in große Bekken leiteten. (Feldhaus). Diesen holländischen Anlagen gegenüber stellt die beschriebene englische einen Fortschritt dar, da Experi Ebbe und Flut gleichmäßig ausnutzte.

Joachim Heinrich Schultze.

Vereine — Versammlungen

Schiffbarmachung der Isar. Am 27. Mai fand in Deggendorf die 31. Hauptversammlung des Bayerischen Kanal- und Schiffahrtsvereins unter Beteiligung von Vertretern des Reichsverkehrsministeriums Zweigstelle Bayern, der niederbayerischen und mittelfränkischen Kreisregierung, des Isarstädteverbandes und mehrerer Schiffahrtsverbände statt. Auf der Tagung wurde eingehend die Frage der Schiffbarmachung der Isar behandelt; die Verhandlungen ergaben als wesentliches Resultat die Ansicht, daß Schiffahrt als Kleinschiffahrt auf einem Teile der Isar zwar möglich sei, daß aber zur Zeit wegen der hohen Kosten keine Aussicht auf eine baldige Schiffahrt im Isartal gegeben sei. In einer einstimmig gefaßten Entschließung werden die zuständigen Behörden ersucht, die baldige Ausnützung der unteren Isar bis Moosburg für Wasserkraftzwecke ernstlich in's Auge zu fassen.

Geschäftliches

Thormann & Stiefel A.-G. in Augsburg. Die G.-V. am 29. Mai genehmigte den Abschluß, wonach aus einem Reingewinn von M. 4 551 109 (i. V. M. 1,771,898) 80 (20%) Dividende auf die Stammaktien verteilt werden. Der Geschäftsumfang hat gegen das Vorjahr erheblich zugenommen, der Bestand an Maschinen und Großgerät wurde erheblich vergrößert. Für die erste Hälfte des laufenden Jahres sei ausreichende Beschäftigung vorhanden.

Bündener Kraftwerke-Aktien-Ges. Auf der ordentl. Generalversammlung der A.-G. Bündener Kraftwerke vom 19. Mai wurde nach Erledigung des geschäftlichen Teiles von der Direktion und von Mitgliedern des Verwaltungsrates Darlegungen über wichtige Punkte, welche die Zukunft des Unternehmens betreffen, gegeben. Aus den Darlegungen geht hervor, daß das im November 1922 in Betrieb genommene Großkraftwerk Klosters einwandfrei erstellt wurde und daß der Betrieb gut funktioniert. Die Arbeiten am Werk Davos-Klosters gehen planmäßig weiter. Die Sachverständigen kamen bezüglich des Terraineinsturzes beim Einlauf des Totalpbaches in den Davosersee zu der Ansicht, daß keine weiteren Einstürze mehr zu befürchten seien, so daß eine Gefährdung des Trasses der Rhätischen Bahn nicht in Betracht kommt. Die Weiterführung des Baues und die programmäßige Fertigstellung des Werkes ist gesichert. Was den Stromabsatz des Werkes betrifft, so berichtet der Direktor, daß die Verhältnisse auf dem Energiemarkt gegenüber dem Zeitpunkt der Gründung infolge der in der Schweiz herrschenden Industriekrisis, welche die Strompreise niedrig halten, sich wesentlich geändert haben. Diese Erscheinung zeigt sich jedoch bei allen neugegründeten Elektrizitätswerken. Die Krise war jedoch bald überwunden. Die Bündener Kraftwerke sind in der Lage, nach Maßgabe der Gestehungskosten ihrer Konstant- und Winterkraft aus den Werken Davos-Klosters-Küblis konkurrenzfähig auf dem Elektrizitätsmarkt aufzutreten. Gute Verträge stehen in Aussicht, ebenso besteht begründete Hoffnung, daß mit dem S. B. S. ein Stromlieferungsvertrag auf angemessener Grundlage abgeschlossen werden kann.

Wichtige Neuerscheinung!

Soeben gelangt zur Ausgabe:

Großwasserkraftanlagen „Mittlere Isar"

von

Ministerialrat F. Krieger, München

28 Seiten, 34 Abbildungen, 3 Tafeln

Preis M. —.40 × Schlüsselzahl des Börsenvereins (z. Zt. 4200), Porto Mk. 60.—

Die Veröffentlichung bietet allen Interessenten einen abgerundeten Einblick in das Wesen und die hauptsächlichen Einrichtungen des Grosskraftwerkes „Mittlere Isar"

Zu beziehen durch

Richard Pflaum, Verlag, A.G., Abteilung Sortiment, München

Herrnstraße 10 Postscheck-Konto München 15109

Digitized by Google

8 prozentige Prioritätsanleihen der Oberösterreichischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.-G. in Linz. Die Oberösterreichische Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.-G., die in unserem Anzeigenteil zur Zeichnung der 8 prozentigen Prioritätsanleihe einlädt, (OWEAG) wurde am 19. Juli 1920 unter Beteiligung der Republik Österreich, des Landes Oberösterreich, der Stadtgemeinde Linz, der Oberösterreichischen Waffenfabriksgesellschaft in Wien und der Tramway- und Elektrizitätsgesellschaft Linz durch Umwandlung eines bereits seit 1916 bestehenden vorbereitenden Unternehmens mit dem Sitz in Linz gegründet. Gegenstand des Unternehmens ist insbesondere die Erschließung und der Ausbau von Wasserkräften und sonstigen Kraftquellen, die Verfassung und Ausführung von Projekten für Kraftanlagen, der Erwerb, der Absatz, die Leitung und Verteilung elektrischer Energie. Im Bau befindet sich zurzeit das Großkraftwerk Partenstein an der Großen Mühl in Oberösterreich mit einer installierten Leistung von 45 000 PS. und einer Jahreserzeugung von über 75,000 000 kWh, mit dessen Vollendung in der ersten Hälfte des Jahres 1924 gerechnet werden kann. Gegenwärtig sind bereits 60 Prozent aller bis zur Betriebseröffnung des gesamten Werkes erforderlichen Leistungen ausgeführt und einzelne Teile der Anlage sogar schon dem Betrieb übergeben. Das Aktienkapital der Gesellschaft beträgt zurzeit nominal 4 800 000 000 Kr., zerlegt in 24 000 000 Stück voll- und bareingezahlte, auf den Inhaber lautende Aktien à Kr. 200.— Nennwert. Rund ein Viertel dieser Aktien wurde von den Gründern der Gesellschaft übernommen und befindet sich in deren Händen, während die restlichen Aktien durch ein Bankkonsortium im Wege öffentlicher Zeichnung plaziert wurden.

Für die pünktliche Bezahlung der Zinsen und Rückzahlungsraten dieser Anleihen haftet die Oberösterreichische Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.-G. mit ihrem gesamten beweglichen und unbeweglichen Vermögen, sowie mit ihren gesamten Einkünften. Außerdem übernehmen der Bundesstaat Österreich und das Land Oberösterreich die Haftung zur gesamten Hand. Überdies wird der Zinsen- und Rückzahlungsdienst dieser Anleihen auf sämtliche der Oberösterreichischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.-G. gehörigen, das Großkraftwerk Partenstein betreffenden Grundstücke und Bauten durch Eintrag im Grundbuch sichergestellt.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 100) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu dem über Anmeldungen abgegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches: 17. Juli 1923.

60, 11. V. 17 759. Edouard Volet u. Ateliers des Charmilles, Société Anonyme, Genf, Schweiz; Vertr.: Bernhard Bomborn, Pat.-Anw., Berlin SW. 61. Regelungsvorrichtung für Kraftmaschinen. 14. 9. 22. Schweiz 28. 9. 21.

Letzter Tag des Einspruches: 31. Juli 1923.

59b, 4. B. 105 473. Carl Billand, Kaiserslautern, Pirmasenser Straße 152. Pumpenanlage, insbesondere für landwirtschaftliche Zwecke. 29. 6. 22.

84a, 3. M. 78 398. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Nürnberg. Versenkbares Walzenwehr mit schnabelförmigen Fortsatz. 14. 7. 22.

Lagerliste ab 14. Juni 1923.

I. Neue Drehstrom-Motore mit Kurzschluss-Anker und Kupferwicklung.

St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	ohne Sterndr.	Netto-Preis	St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	ohne Sterndr.	Netto-Preis
1	1	220/380	1450	Pöge	Schalter	874000.—	6	2	220/380	950	Bergmann	Schalter	1,426000.—
2	1,5	220/380	1450	„	„	1,012000.—							
2	2	220/380	1450	„	„	1,196000.—	2	3	220/380	1450	BEW Nürnberg	„	1,380000.—

II. Neue Drehstrom-Motore mit Schleifring-Anker und Kupferwicklung.

St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	mit Anlasser	Netto-Preis	St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	mit Anlasser	Netto-Preis
1	3	120/210	1450	Pöge		2,162000.—	1	12,5	115/200	1450	Pöge	BAV	5,675000.—
4	3,06	220/380	1450	Bergmann	„	2,162000.—	1	12,5	220/380	1450	Ziehl-Abegg.	„ „	5,675000.—
1	4	120/210	1450	Pöge	„	2,542000.—	1	12,5	220/380	950	Bergmann	„ „	6,987000.—
3	4	220/380	1450	Ziehl-Abegg	„	2,542000.—	1	15	220/380	1450	Heidenau	„ „	6,388000.—
2	4,08	220/380	1450	Bergmann	„	2,542000.—	1	15	220/380	1450	Pöge	„ „	6,388000.—
1	5	120/210	1450	Pöge	„	2,886000.—	1	15	220/380	950	Bergmann	„ „	7,837000.—
1	5	220/380	1450	„	„	2,886000.—	1	15	220/380	750	Maffei-Schw.	„ „	9,338000.—
2	6,1	220/380	1450	Heidenau	„	3,290000.—	1	20	220/380	1450	Pöge	„ „	7,725000.—
2	7,5	220/380	1450	Pöge	BAV „	3,726000.—	1	25	220/380	1450	BEW Nürnberg	„ „	8,900000.—
1	10	120/210	1450	„	„ „	4,520000.—	1	30	220/380	1450	Pöge	„ „	10,200000.—

Elektromotor München
G. m. b. H.

Lindwurmstrasse 70a
Telefon 75671.

Digitized by Google

84a, 3. M. 78 617. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. Nürnberg, Floßhebevorrichtung für Trockenförderung. 5. 8. *22.*

84a, 3. M. 80 634. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Nürnberg. Antriebvorrichtung für wagerecht geteilte Schützen von Wehranlagen nach Patent 341 010; Zus. z. P. 341 020. 17. 5. 19.

88b, 3. H. 88 438. Georg Hille, Cassel, Schomburgstr. 8. Wellenkraftmaschine. 18. 1. *22.*

Letzter Tag des Einspruches: 28. Juli 23.

21c, 50. S. 60 973. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin. Einrichtung zur Gleichhaltung der Belastung elektrischer Zentralen. *25. 9. 22.*

21c, 56. W. 58 012. Dipl.-Ing. Oskar Poebing, München, Rheinstr. *22.* Verfahren zur Regelung der Vollausbeute von mit elektrischen Generatoren ausgerüsteten Wasserkraftwerken. 1. 4. 21.

Letzter Tag des Einspruches: 4. August 23.

84a, 3. L. 55 214. Lars Lawski u. Axel Ekwall, Stockholm; Sektorförmiges Schleusentor. *23. 3. 22.*

Gebrauchsmuster.

59b. 847 064. Hinkel & Sohn, Frankfurt a. M. Saugrohrzentrifugalpumpe. *27. 2. 22.* H. 92 421.

59b. 847 109. Fa. E. C. Flader, Jöhstadt i. S. Siebanordnung im Saugstutzen für Feuerlöschkreiselpumpen. 21. 4. *23.* F. 46 185.

59b. 847 110. Fa. E. C. Flader, Jöhstadt i. S. Auffülltrichter für Feuerlöschkreiselpumpen. 21 4. *23.* F. 46 186.

88a. 847 147. Paul Bloch, Grünstraße 25/26, Friedrich Drewitz, Marienburger Straße 23, u. Arthur Packscher, Friedrichsgracht 41, Berlin. Schnellaufende Wasserturbine. 4. 3. 22. P. 36 810.

88a. 847 173. Dr. Eugen Geiger, Karlsruhe i. B., Beiertheimer Allee 70. Siebvorrichtung mit Rückspülung für Turbinenlagerkühlung u. dergl. 28. 4. *23.* G. 53 922.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftnutzung. Die neue Wasserturbinen-Versuchsanstalt der A.-G. der Maschinenfabriken Escher, Wyß & Co. Von Obering. R. Dubs, Zürich. „Schweiz. Bauz.", Bd. 80, 1922. No. 21 S. 235—241. 10 Abb. (Bespr. der Einrichtungen dieser Versuchsanstalt und der in ihr bisher erzielten Ergebnisse.)

— Bayerische Großwasserkraftanlagen. Von E. Mattern, Potsdam. „V. d. I." 1922, No. 43/44, S. 1013 bis 1018. (Nähere Angaben über die zur Zeit im Bau befindlichen Kraftwerke, Staubecken, Schiffahrtsverhältnisse, Energiebedarf und -deckung, Kraftkosten und Wirtschaftlichkeit.)

— Hydrographische Grundlagen der Schweizerischen Wasserwirtschaft. „Schw. Bauztg.", Bd. 80, 1922, No. 19, 20 u. 21. (Vorführung einer größeren Reihe von graphischen Darstellungen hydrometrischer Beobachtungen des Schweizer Amtes für Wasserwirtschaft.

— Über die Verwendung stehender Stirnräder-Getriebe im Wasserturbinenbau. Von Obering. E. Treiber, Karlsruhe. „Schweiz. Bauztg.", Bd. 80, 1922. No. 20. S. 231—233. 4 Abb. (Beschreibung dieser Getriebeanordnung und ihrer Vorzüge bei Niederdruckanlagen.)

— Die ostpreußischen Wasserkraftanlagen. Von Dipl.-Ing. Dürr. „Mitt. d. V. d. El.-W.", 1922. No. 323, S. 498—501. (Allgemeines über die Wasserkräfte Ostpreußens und Beschreibung der Doppelwasserkraftanlage bei Friedland und Gr.-Wohnsdorf.)

— Das Elzwerk. Von Dr. Ing. A. Ludin, Karlsruhe. „Die Bauztg." Stuttgart, 1922. Heft 38, S. 295—297. 2 Abb. (Projektbeschreibung der in mehreren Abschnitten auszubauenden Anlagen.)

Digitized by Google

— (Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen beim Wasserkraft- und Kraftwasserstraßenausbau. Von Dr. Ing. Leiner. „Zeitschr. für Binnenschiffahrt" 1922. H. 20, S. 308—312. (Vortrag, gehalten in der gemeinsamen Tagung des Zentralvereins für deutsche Binnenschiffahrt und des D. Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes am 27. Sept. in Magdeburg.)

— Das Schluchseekraftwerk im Rahmen der badischen Energiewirtschaft. Von Reg.-Baum. O. Henninger, Karlsruhe. „D. Bauztg.", Stuttgart. 1922. No. 36, S. 277—288. 16 Abb. (Beschreibung des mit dem 1. Preis ausgezeichneten Entwurfes des Schluchseekraftwerkes.)

— Gefälleverstärkung für Turbinen durch Überfallwasser. „Zentralbl. d. Bauv." 1922. No. 92, S. 566—568. 5 Abb. nach „Mechanical Engineer" vom August 1922, S. 505. (Einzelheiten über das im Bau begriffene Wasserkraftwerk an der Mitchell-Talsperre im Cossafluß. Die Turbinen werden mit einer Anordnung zur Absaugung des Unterwassers arbeiten, die mit Hilfe des in den Turbinen nicht gebrauchten Abflußwassers arbeiten.)

— Das Wasserkraft-Elektrizitätswerk des norwegischen Staates am Glomfjord. Von G. v. Troeltsch, Heidenheim. „E. T. Z." 1922. H. 45, S. 1353—1357 u. H. 46. (Besprechung der während des Krieges entstandenen Anlage, bes. der dort aufgestellten Maschinensätze, der Fernleitung und Bemerkungen über Entstehung und Kosten des Werkes.)

— Der Ausbau unserer Wasserkräfte. Oberbaurat Dr. Ing. Mart. Paul Öst. Mon. f. d. öff. Baud. 4. 44. (Bau der Ybbswasserwerke für die Stadt Wien.)

— Die Wasserkraftanlage der Bundesbergverwaltung Kitzbühel an der Hochberger Ache. Oberbaur. Ing. Felix Kühnels. Öst. Mon. f. d. öff. Baud. 3. 213. (Baubeschreibung der Anlage, die für eine Betriebswassermenge von 1200 l/sec. und ein Nutzgefälle von 61 m eingerichtet ist; mit Abb. und Zeichnungen.)

— Wasserkraftanlage Fully in den Berner Alpen. „Zentralbl. d. Bauverw." 43. 148. (Ein Gefälle von 1650 m wird in einer Staustufe ausgenützt.)

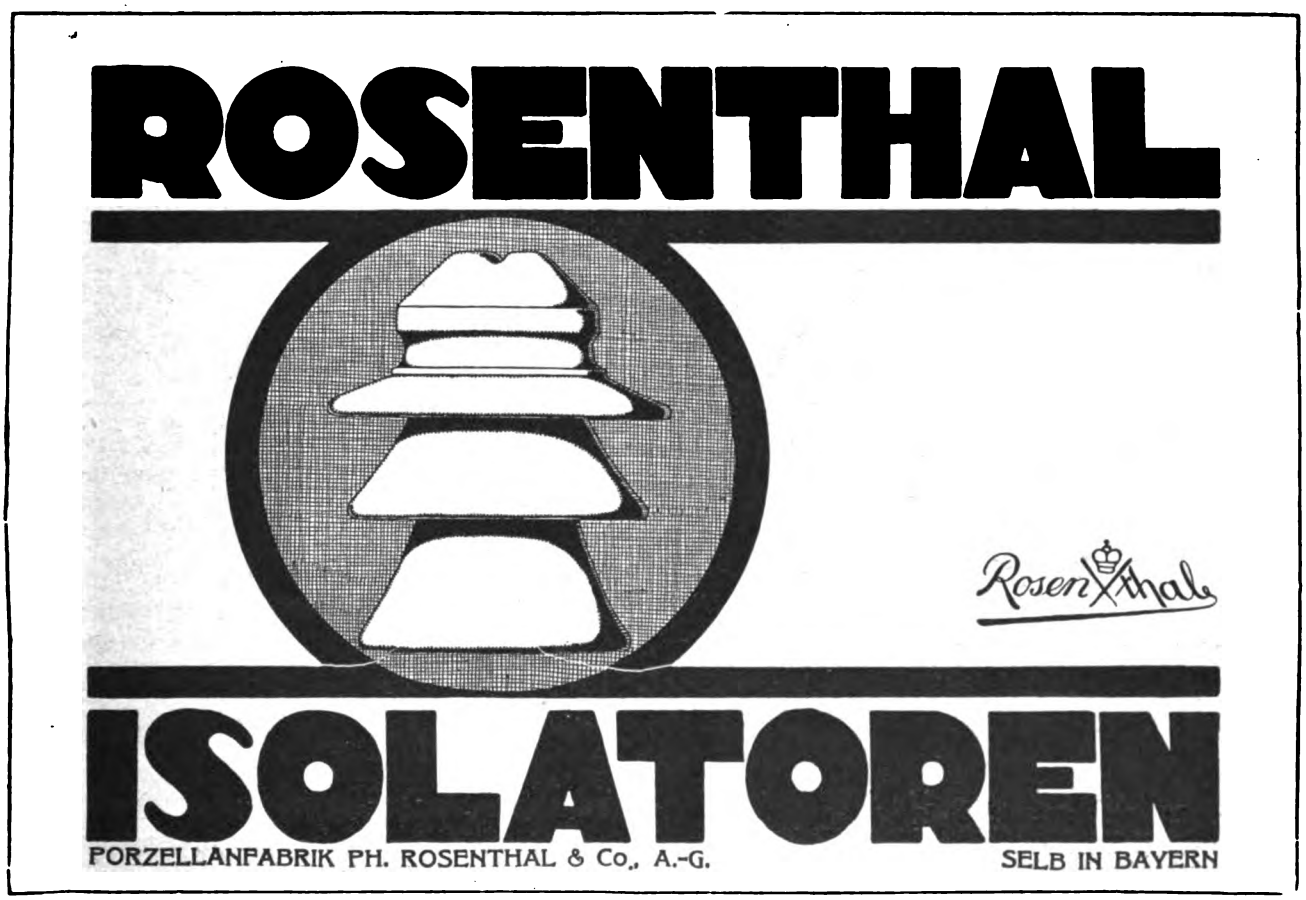
Wasserstraßen. Die Staubecken im Masurischen Seengebiet. Von Geh. Oberbaurat Nuyken, Berlin, u. Reg.- u. Baurat Fritze, Kottbus. „Zentralbl. d. Bauv." 1922. No. 93, S. 569—573. 8 Abb. (Bericht über Regulierungsarbeiten zur Schiffbarmachung der einzelnen Seen in Verbindung mit verschiedenen anderen wasserwirtschaftlichen Nutzungen.)

— Die technischen Möglichkeiten der Niedrigwasserregulierung der Elbe. Von Geh. Rat Prof. Dr. H. Engels. „Zeitschr. für Binnenschiffahrt" 1922, H. 18. S. 279—282. (Vortrag, gehalten gelegentlich des Elbeschiffahrtstages, 24. Aug. 1922 in Magdeburg.)

— Vom Bau des Mittellandkanals. Von Wasserbaudir. Zander u. Oberreg.-Rat Loebell. „Zentralbl. d. Bauv." 1922. No. 85, S. 524—527. 10 Abb. (Bericht über das Rechnungsjahr 1921.)

— Die Rheinschiffahrt von Straßburg bis zum Bodensee. „Zentralbl. d. Bauverw." 43.152. In seinem in der Akademie des Bauwesens gehaltenen Vortrag tritt Geh. Baurat Prof. Dr. Ing. de Thierry für die Kanalisierung der Rheinstrecke von Straßburg bis zum Bodensee, an Stelle des von den Franzosen geplanten Seitenkanals auf elsässischem Boden und anstatt der von der Schweiz gewünschten Regulierung ein.

— Die Regelung des Aschacher Kachlets und des Strudels an der Donau. Ing. F. Rosenauer. „Österr. Monatsschr. f. d. öff. Baud." 3. 89. (Die Vorentwürfe für die Ausgestaltung der Donau als Großschiffahrtsstraße behandeln zwei Lösungen, und zwar die Herstellung eines Durchstichs durch den Gößgang und den Bau einer Schleppzugschleuse.)



Digitized by Google

Über Binnenschiffahrts-Verkehrswege und einige ihrer baulichen Anlagen in den Verein. Staaten von Nordamerika östlich des Mississippi. Prof. Dr. K. E. Hilgard. Die Rheinquellen XVII 64. (Beschreibungen und Abbildungen von Schleusen, Sicherheitstoren, Schützen- und Klappenwehren, Talsperren, Kanalschiffen und Schleppzügen.)

Wasserbau. Wehranlage in der Weser bei Bremen. Von Oberbaurat J. Kölle, Bremen. „Schweiz. Bauztg.", Bd. 80, 1922. No. 13, S. 141—145. 6 Abb. (Beschreibung des 1910 erbauten, versenkbaren Sektorwehres, das sich im Betriebe glänzend bewährt hat. Das Wehr wurde einem amerikanischen Bauwerk nachgebildet und gelangte bisher in Europa noch nicht zur Ausführung.)

— Über die Selbstdichtung von Betonblöcken bei Wasserdurchlässigkeitsproben. Von Prof. B. Zschokke, Zürich. „Schweiz. Wasserw." 15. Jahrg. 1922. No. 2, S. 31—35. (Bericht über Versuche zur Prüfung der Wasserdurchlässigkeit im Beton.)

— Verhalten von Betonröhren im alkalischen Boden und Grundwasser. „D. Bauztg." 1922. No. 90, S. 142—143. (Amerikanische Erfahrungen mit Beton-Drainröhren.)

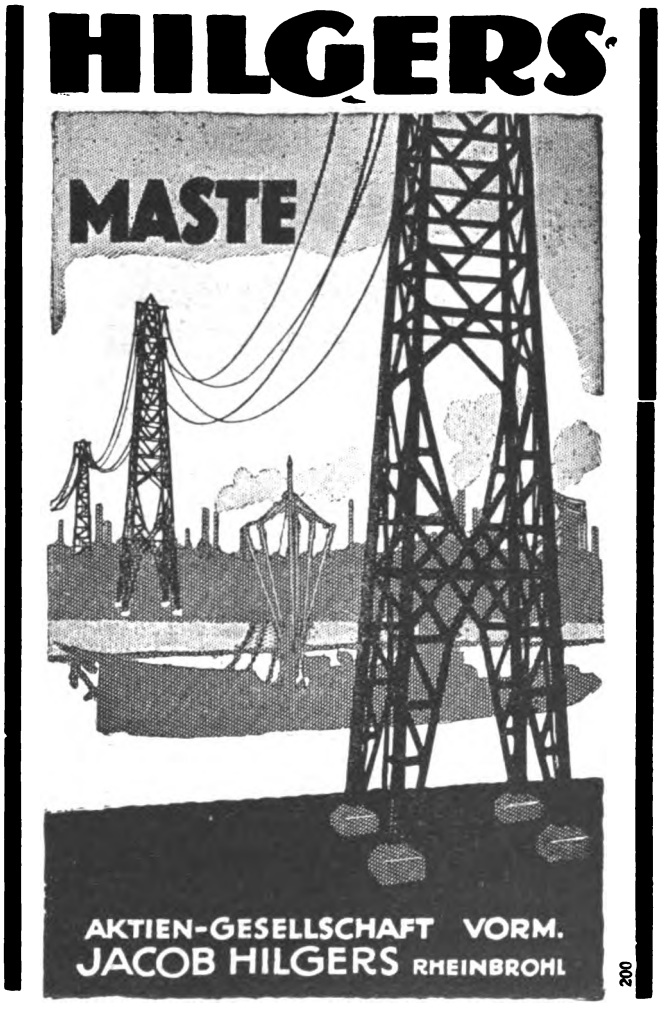
Bahnelektrisierung. Die elektrische Zugförderung der deutschen Reichsbahn. Von W. Wechmann, Oberreg.-Baurat im Reichsverkehrsministerium. „V. d. I." 1922. No. 46/47, S. 1053—1059. 17 Abb., 3 Zahlentafeln. (Grundlagen für Einführung und Erweiterung. — Die bestehenden fünf elektrischen Fernbahnen. — Ausbau in Bayern, Mitteldeutschland und Schlesien. — Kraftwerke. — Bauformen. — Lokomotiven.)

Buchbesprechungen

„Die freie Donau". Anläßlich der Tagung der Hafenbautechnischen Gesellschaft Hamburg und des Zentralvereins für deutsche Binnenschiffahrt Berlin erschien No. 11 der genannten Zeitschrift als Sondernummer.

Aus dem reichen Inhalt seien folgende Beiträge erwähnt: Rechtsrat Ditthorn-Regensburg behandelt die Stellung Regensburgs im deutschen Wasserstraßennetz. Geheimrat v. Donle, Direktor des Bayerischen Lloyd, gibt eine Darstellung der "wirtschaftlichen Bestimmungen der Donauakte". Aus dieser Darstellung kann man ersehen, daß die Friedensverträge von Versailles, Saint-Germain und Trianon in den Teilen, die Deutschlands und Deutschösterreichs Donauinteressen berühren, loyale Bestimmungen enthalten, was man bekanntlich von den übrigen Teilen der Friedensverträge nicht behaupten kann. Oberbaudirektor Dantscher gibt eine Uebersicht über den „gegenwärtigen Stand der Bauarbeiten an der Großschiffahrtsstraße Rhein-Main-Donau" und illustriert seine gründlichen Ausführungen mit 7 Abbildungen. Die „obere Donau von Regensburg bis Ulm" behandelt Stadtbaurat Sametscheck-Augsburg und „die Bedeutung der Wasserkraftanlagen der Rhein-Main-Donau-A.-G. für die Durchführung der Großschiffahrtsstraße", Th. Henftling, Direktor der Rhein-Main-Donau-A.-G.

Den großen wirtschaftlichen Wert, den die mit dem Aus-



Digitized by Google

bau der Wasserstraßen zu errichtenden Wasserkraftwerke als finanzielle Stütze der Wasserstraßen überhaupt haben, hebt auch Staatsrat Dr. von Graßmann in seinem Aufsatz „Finanzierung von Wasserstraßen" hervor. Das Problem der Eisenbahntarifbildung, das gerade in der Zeit hoher Eisenbahnfrachtsätze die Notwendigkeit des Ausbaus der Wasserstraßen für Süddeutschland zeigt, behandelt der Geschäftsführer des Bayerischen Kanal- und Schiffahrts-Vereins, K. G. Steller.

Jubiläums-Denkschrift der Firma Bopp & Reuther. Aus Anlaß des 50jährigen Bestehens hat die weltbekannte Firma Bopp & Reuther, Mannheim-Waldhof eine 105 Seiten starke, auf erstklassigem Kunstdruckpapier (Format ca. 21×30) cm) reichillustrierte Denkschrift herausgegeben, in der die Entwicklung und Bedeutung der Firma von 1872 bis 1922 gezeigt wird. Die Denkschrift ist in drei Abteilungen gegliedert. Der erste Teil enthält eine historische Entwicklung des Armaturenbaues mit 40 Abbildungen nach alten Originalen, bearbeitet von Franz-Maria Feldhaus, Ober-Ingenieur der Quellenforschungen zur Geschichte der Technik und Industrie in Berlin-Friedenau. Im zweiten Teil wird der moderne Armaturenbau ebenfalls mit zahlreichen Abbildungen von Herrn L. Franck, Ober-Ingenieur der Firma Bopp & Reuther eingehend und mit großer Sachkenntnis besprochen. Der dritte Teil behandelt ausführlich die Entwicklung des Werkes und ist ebenfalls von Herrn Ober-Ingenieur Franck bearbeitet. Auf der letzten Seite befindet sich eine Ehrentafel, in der alle diejenigen Arbeiter und Angestellten mit Namen aufgeführt sind, die im Weltkriege für das deutsche Vaterland gestorben sind. Auf Seite 102 und 103 sind die Jubilare, die 25 Jahre und länger dem Werke angehören, dem Namen nach aufgeführt. Auch in sozialer Hinsicht leistet die Firma Hervorragendes, indem sie für ihre Arbeiter und Angestellten mustergültige Arbeiter- und Beamten-Wohnhäuser gebaut hat, die in der Denkschrift im Bilde wiedergegeben sind. Die drucktechnische Ausstattung der Denkschrift ist unter Leitung des Herrn J. Burkhardt von der Firma Bopp & Reuther geradezu glänzend gelungen. Die Denkschrift macht in ihrem grünen Leinen-Umschlag mit Goldaufdruck einen ruhigen, vornehmen Eindruck. Aus dem sonstigen, reichhaltigen Inhalt der Denkschrift ist noch folgendes über die Gründer und die heutigen Inhaber der Firma ganz besonders erwähnenswert: Nach dem Ableben des Begründers übernahm 1908 der älteste Sohn, Ingenieur Carl Reuther jr., die Leitung seines Unternehmens; seine Verdienste fanden Anerkennung durch Verleihung des Kommerzienrattitels und der Würde eines Dr. h. c. Ein tragisches Geschick entriß ihn in den Februarunruhen 1919 seinem Lebenswerk und seiner Familie. Durch den jüngeren Bruder Dr. Fritz Reuther und den Schwager Ingenieur Otto Böhringer, welche schon seit längerer Zeit Mitinhaber der Firma waren, wird seither das Werk, den alten Grundsätzen getreu, weitergeleitet. Heute hat das Unternehmen auf dem Gebiete des Armaturenbaues nicht nur in Deutschland, sondern auch auf dem ganzen Kontinent eine führende Stelle.

Ms.

Die Bewegung des flüssigen Wassers. Von A. Hofmann, Pasing. Jos. C. Hübers Verlag, Diessen vor München. 1922.

Mit ehrlicher Überzeugung kämpft der Verfasser für die von ihm aufgestellten Formeln. Es ist hier nicht der Ort, dazu Stellung zu nehmen, ob die Auffassungen des Verfassers falsch oder richtig sind; jedenfalls geben aber die Darlegungen den Wasserbaufachleuten zu denken, ob wirklich die von ihnen angewendeten Formeln und die Grundbegriffe, auf die sie sich aufbauen, immer richtig sind. Die Schrift, in der der Verfasser in temperamentvoller Weise sich verteidigt und nach verschiedenen Seiten auch Hiebe,

AEG

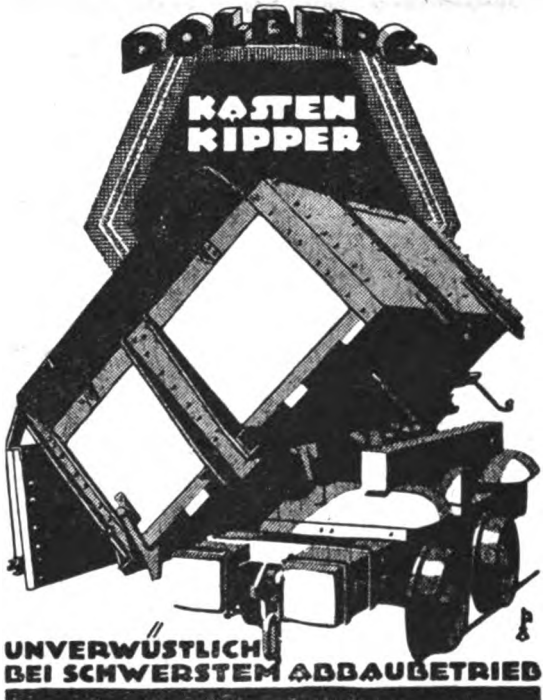
EIGENE INGENIEURABTEILUNG

für Bau und Entwurf von Wasserkraftanlagen

PROJEKTIERUNG
UND
AUSFÜHRUNG

von Kraftwerken, Umformerstationen, Schaltanlagen, Hochspannungsleitungen, Ortsnetzen, Transformatorenstationen

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT
Abteilung für Centralstationen
Berlin NW 40, Friedrich Karl-Ufer 2-4



R. DOLBERG
Maschinen- und Feldbahn-Fabrik A.G.
Hamburg, Berlin, Düsseldorf, Frankfurt a/M., Rostock i. M., Königsberg i. Pr., München, Schorndorf bei Stuttgart.

Digitized by Google

z. T. scharfe, austeilt, verdient die Aufmerksamkeit und sachliche Beurteilung der Fachgenossen.

Die Saugstrahlturbine. Von Dr. Hans Baudisch, Professor an der Staatsgewerbeschule im ersten Wiener Gemeindebezirke. Mit 37 Textfiguren und 16 Beispielen. Leipzig und Wien. Franz Deuticka. 1922.

Bei der lebhaften Erörterung, welche die Wirkungsgrade der neueren Turbinenformen in der Fachwelt verursachen, wird die vorliegende Schrift als Beitrag zur Klärung der mannigfachen Streitfragen willkommen geheißen werden. Die Abhandlung ist auf der Theorie des Umlenkungsdruckes aufgebaut. Der Verfasser hat die Saugstrahlturbine schon früher in Beziehung zur Kaplanturbine gebracht. Ein derartiger Zusammenhang wurde von Prof. Kaplan verneint. Die Abhandlung ist auf die Betrachtung verlustfreier Strömung aufgebaut; die Rechnungsergebnisse stellen sich daher lediglich als ein Gerippe dar, dessen Berichtigungsziffern praktischen Ausführungen entlehnt werden müssen.

Gesucht Diplom-Ingenieur Techniker

für Entwurf und Bau von Wasserkraftanlagen. Angeb. mit Gehaltsansprüchen, Lebensl. u. Zeugnisabschr. an

Ingenieurbüro Ludin A. G., Karlsruhe, Kreuzstr. 2.

462

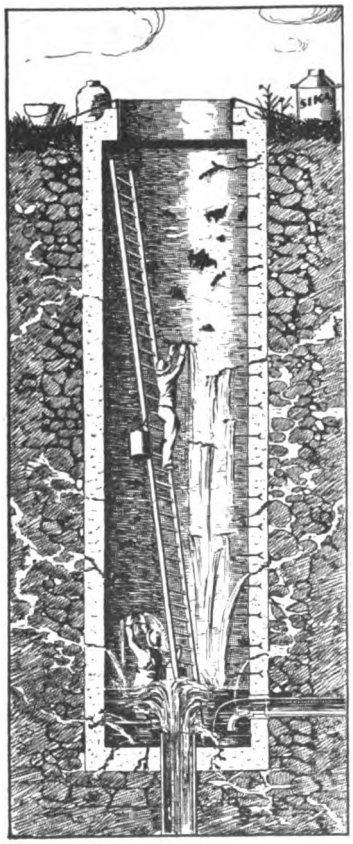
Wasser-Turbinen

liefert in erstklassiger Ausführung

Ingenieur Franz Denk

Fernruf 10693 **Nürnberg** **Judengasse 19**

329



SIKA

DICHTUNGEN

TUNNELS, STOLLEN, KANALISATIONEN, SCHAECHTE, KELLER u. a. m. wurden gegen, bzw. **während großem Wasserdruck** mit allen **Garantien vollkommen gedichtet,** wie überhaupt aller Art Dichtungen ausgeführt.

Man verlange **Zeugnisse** solcher **Ausführungen** und **Prospekte** unserer sämtl. chem.-bautechn. Fabrikate.

KASP. WINKLER & CO.

G. M. B. H.

DURMERSHEIM in Baden.

Fabrikation und Vertrieb aller chem.-bautechn. Präparate.

Telephon Nr. 14 :: Telegramme: Sika-Durmersheim.

453

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 13 **München, 1. Juli 1923** **18. Jahrgang**

Die Alzwerke: Hirten—Holzfeld

Von Ing. H. Dietz, Direktor der Alzwerke G. m b. H., München-Burghausen.

Allgemeines.

Mit der Ende 1922 erfolgten Inbetriebnahme der vierten und untersten Staustufe Hirten-Holzfeld hat die Alz den stärksten wirtschaftlichen Kraftausbau der südbayerischen Flüsse erfahren.

Der Fluß entspringt in Tirol in drei Quellbächen. Nach Vereinigung dieser drei Quellbäche bei St. Johann in Tirol erhält der Fluß den Namen Große oder Tiroler Ache. Nördlich von Kößen betritt er in rund 575 m Seehöhe bayerisches Land und hat dort bereits ein Einzugsgebiet von rund 840 km² mit einer mittleren Wasserführung von über 30 cbm/sec. Ohne Berücksichtigung der Strecke, die dem Chiemsee angehört, ist seine Flußlänge auf bayerischem Gebiet bis zur Mündung in den Inn ungefähr 90 km. Er überwindet dabei einen Höhenunterschied von rund 221 m. Den Namen Alz führt der Fluß erst nach seinem Austritte aus dem Chiemsee.

Die Alz weist bei 173 m Gesamtgefälle ein durchschnittliches kilometrisches Flußgefälle von mehr als 2,6 m auf. Dieses bedeutende Rohgefälle ist wohl bestimmend gewesen, weshalb man die Alz vor allen übrigen bayerischen Flüssen zur Ausnutzung herangezogen hat. Außerdem besitzt sie in dem rund 88 km² großen Chiemsee einen vorzüglichen Regulator, welcher die Gewalt der Hochwässer mildert und die mächtigen Geschiebemassen, welche die Tiroler Ache mit sich führt, zurückhält. Die Alz hat im Gegensatz zur Salzach und zum Inn unter Eisbildungen im Winter fast gar nicht zu leiden. Dem Vorhandensein des Chiemsees ist es auch zu verdanken, daß das Alztal wegen der geringfügigen Geschiebefracht sich nicht so tief in das Gelände einsägen konnte, wie die Parallelflüsse Inn und Salzach. Daher das große Flußgefälle von 2,6‰.

Was nun die Ausnützung des Alzflusses betrifft, so ist sein Gefälle auf österreichischem Gebiet noch gar nicht, von der bayerischen Landesgrenze bis zum Chiemsee mit 56,4 m Rohgefälle nur durch unbedeutende Triebwerke, die sich in der Nähe von Marquartstein befinden, ausgenützt. Allerdings liegen verschiedene Entwürfe vor. Die Rohwasserkraft dieser letztgenannten Flußstrecke ist auf rund 17 000 PS. mit 100 Millionen kWst. zu schätzen.

Die Chiemseeregulierung will der Staat selbst ausführen. Dadurch könnten die Winterwasserstände des Alzflusses vom Auslauf aus dem See bis zur Mündung aufgebessert werden. Vorläufig sind die Bauentwürfe darauf eingestellt, eine Aufbesserung von lediglich 10 bis 15 cbm/sec. in der Dauer von drei Wintermonaten zuzulassen. Auf das Gesamtgefälle vom Chiemseeausfluß bis zur Mündung verteilt, ergibt es eine Jahres m e h r leistung von rund 21—30 Millionen kWst.

Die Gefällstrecke der Alz vom Chiemseeausfluß bis zum Laufenauer Stauwehr bei Altenmarkt dürfte ebenfalls der Staat ausbauen. Endgültige Entwürfe liegen nicht vor. Das Rohgefälle beträgt 18,2 m; die Rohleistung bei einer mittleren Wassermenge von 35 cbm würde demnach 6500 PS. bezw. 38 Millionen kWst. betragen. Das Gefälle zwischen dem Laufenauer Stauwehr und Trostberg wird von Getreidemühlen bezw. einer Pappenfabrik ausgenutzt.

Die anschließenden Gefällstufen Trostberg, Trostberg—Tacherting und Tacherting—Hirten[1]) mit 5,3 m, 20,2 und 42 m Rohgefälle sind bereits von den Bayerischen Stickstoffwerken ausgebaut worden. Sie geben, ohne Berücksichtigung der späteren Aufbesserung durch die Chiemseeregulierung, eine mittlere Jahresleistung von 28 000 PS. mit rund 160 Millionen kWst.

Die unterste Gefällstrecke, Hirten—Holzfeld, mit einem Rohgefälle von 69 m (zwischen den Koten 419,0 und 350,0 m Seehöhe) auf einer Flußlänge von 24,1 km ausgenützt, ist Ende des Jahres 1922 fertiggestellt worden und soll nachstehend näher besprochen werden.

Über die Ausnützung dieser Gefällstrecke wurden eine Reihe Entwürfe von der Industrie und auch vom Staate gefertigt, die bis zum Anfang dieses Jahrhunderts zurückreichen.

Sämtliche Entwürfe hatten das Gemeinsame, daß die Kanaltrasse über die Hochebene zwischen Alz und Salzach geführt und das Kraftwerk am Salzachflusse in der Nähe von Burghausen erstellt werden sollte. Der Grund dieser Maßnahme war die bedeutende Verkürzung des Werkkanals und ein Gefällsgewinn von mindestens 3 m. Ein vollständiger Verlauf des Werkkanals im Alztal hätte die Wasserkraft überhaupt nicht in e i n e r Gefällstufe ausnützen können.

Bei Ausnützung des Gefälles Tacherting—Burghausen in e i n e r Stufe hätte wegen der Geländeverhältnisse bei letzterem Ort das Krafthaus südlich von Burghausen erstellt werden müssen. Nach der beschlossenen Aufteilung des Gefälles in zwei Stufen, Tacherting—Hirten und Hirten—Holzfeld, erstere an die Bayerischen Stickstoffwerke und letztere an das Wacker-Konsortium, war für die Linienführung des Werkkanals mit Wasserschloß und Krafthaus die Hochebene bei der Gemeinde Holzfeld, nördlich vom Städtchen Burghausen gelegen, mit Höhenkoten zwischen 413 und 415, wo auch die chemische Fabrik der Dr.-Wacker-Gesellschaft erbaut werden sollte, maßgebend. Dort verbreitert sich das Salzachtal, es ist Raum für das Krafthaus vorhanden und die starken Spiegelschwankungen der Salzach, welche bei der Brücke Burghausen bis 9 m betragen, verringern sich bedeutend. Es konnte dort auch ein längerer Unterwasserkanal im Salzachtal angeschlossen werden, einesteils, um noch etwas Gefälle zu gewinnen, und andernteils, um die Wasserspiegelschwankungen bei den Turbinenausläufen des Maschinenhauses noch mehr zu verringern.

Für die Wahl der Wehrstelle bei Hirten sprachen alte Uferterrassen am rechten Alzhange, die ein Einschneiden des Kanales ohne große Massenbewegung gestatteten. Tiefe Einschnitte sowie hohe Dämme wurden damit auf ein erträgliches Maß gebracht. Auch war damit ermöglicht, die Bahntrasse und den Halsbach bei Burgkirchen zu kreuzen ohne Anwendung von besonders kostspieligen Kunstbauten. Allerdings werden diese Terrassen bis nördlich von Burgkirchen immer schmäler, stellenweise verschwinden sie auch gänzlich und zwangen zur Anwendung von Spezial-Betongerinnen sowie von 4 Tunnels von je 206,41, 648,0, 110,5 und 563,0 m Länge. Die Steilheit des Geländes verbot dort die Verwendung von Hangkanälen und Dämme

[1]) Einzelheiten über diese Werke sind in den Denkschriften des bayerischen Staatsministeriums des Innern 1908/09 und 1910/11.)

Digitized by Google

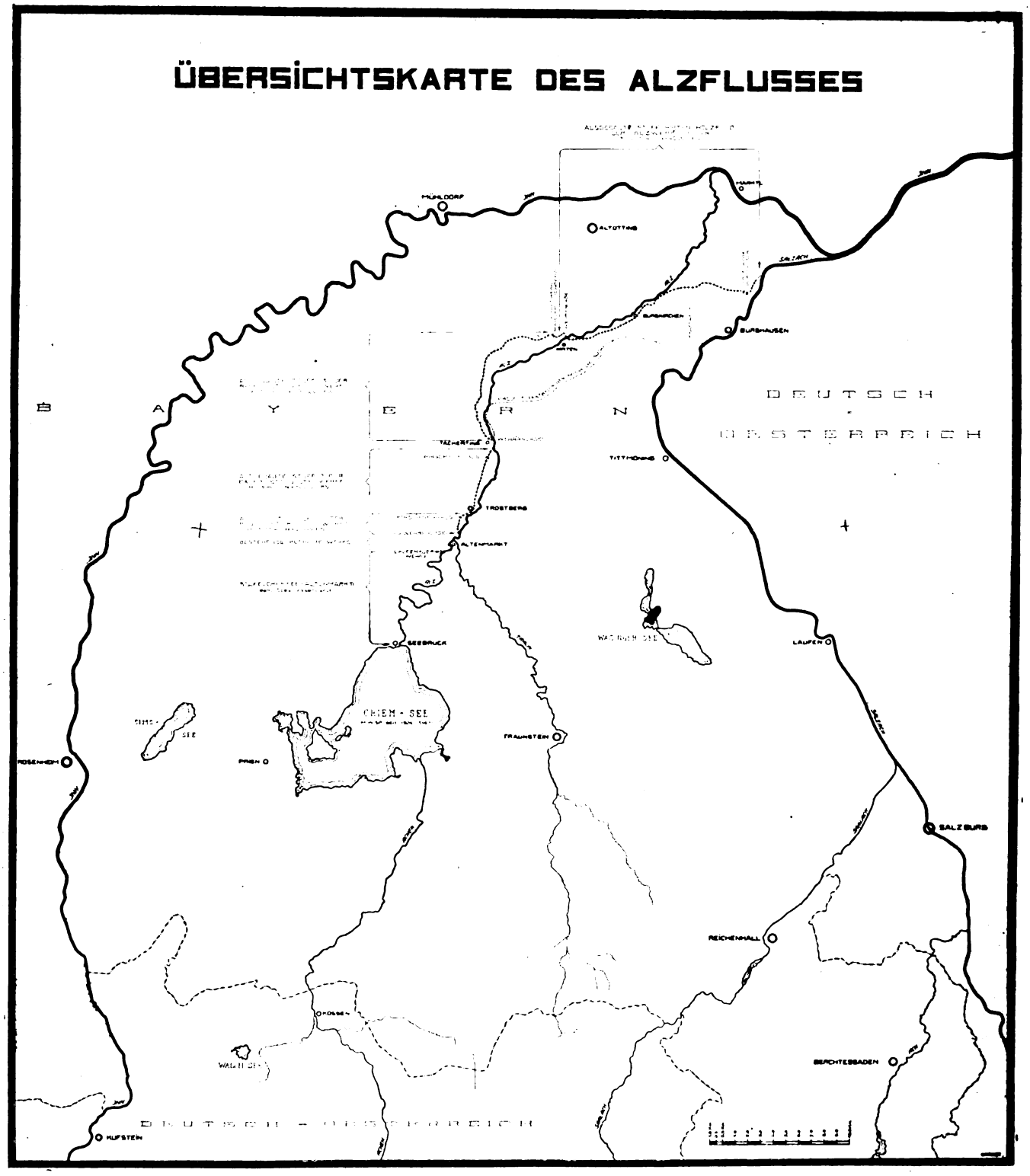


Abbildung 1.

hätten Höhen von über 20 m erreicht. Die Querung der Hochebene zwischen Alz und Salzach konnte in verhältnismäßig wenig tiefen Einschnitten erfolgen ohne Zuhilfenahme von Tunnels. (Vergl. Tafel I.)

Bohrungen, welche im Jahre 1913 bei Hirten quer durch das Alztal ausgeführt wurden, zeigten, daß dort der als wasserdicht anzusprechende tertiäre Mergel (Flinz) erst in mehr als 20 m Tiefe anstand; darüber fanden sich nur wasserdurchlässige und wasserführende Flußgeschiebe. Auch zeigten Wassermessungen, die von der Landesstelle für Gewässerkunde zwischen Trostberg und der Mündung der Alz in den Inn in früheren Jahren über Anregung des Wacker-Konsortiums angestellt wurden, daß Alzwässer an verschiedenen Stellen im Flußlaufe versickern und an an-

Digitized by Google

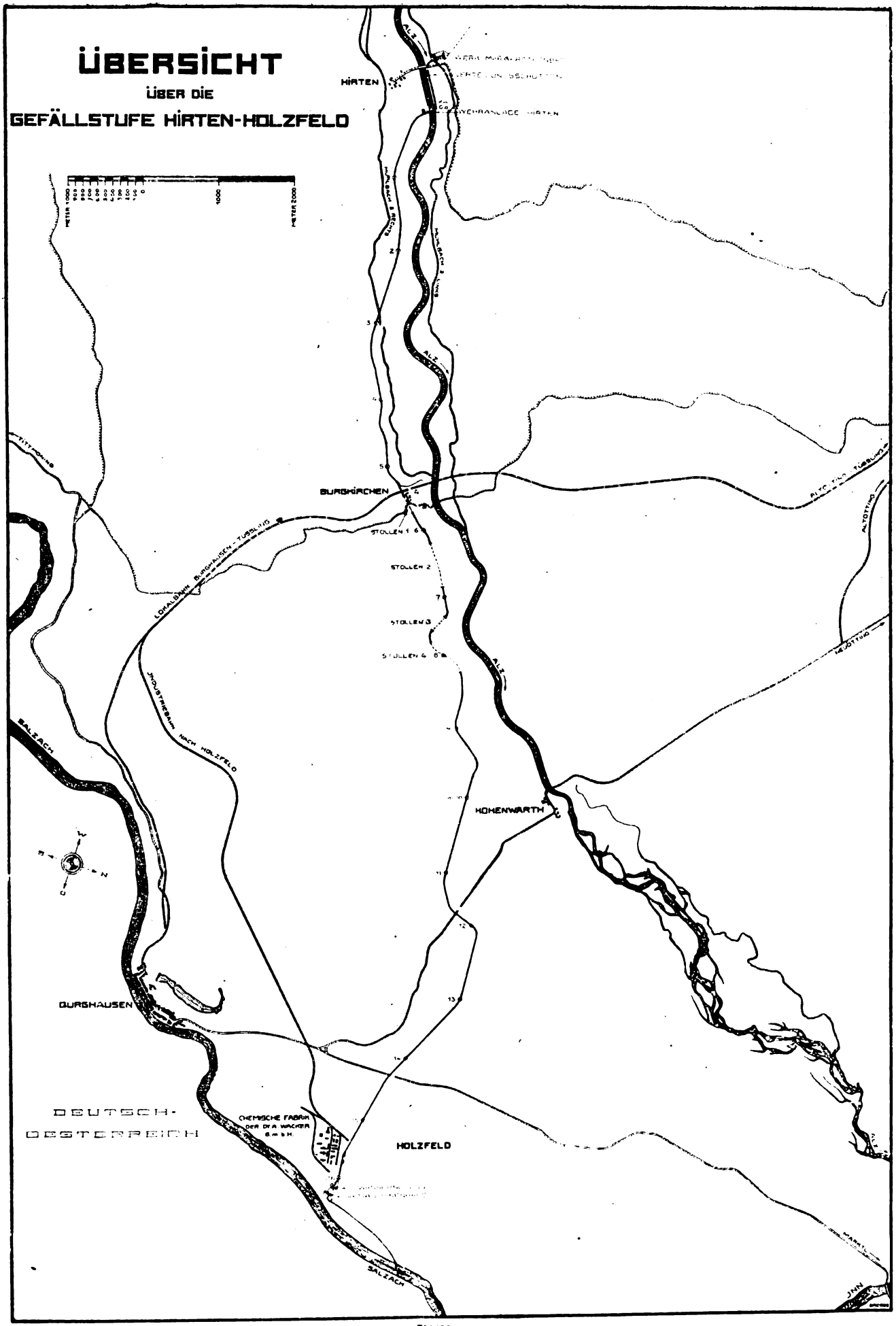


Abbildung 1a.

Digitized by Google

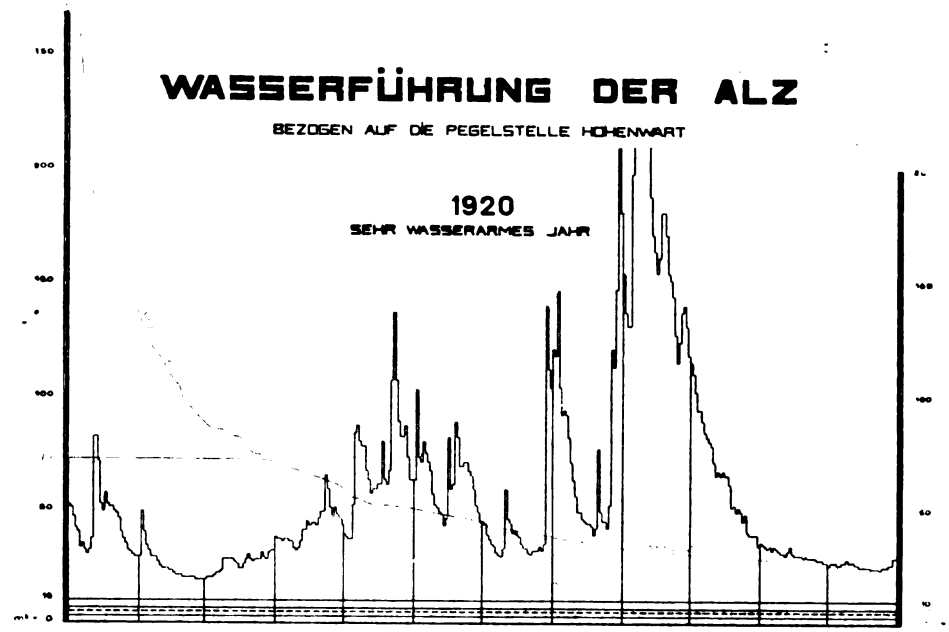


Abbildung 2a

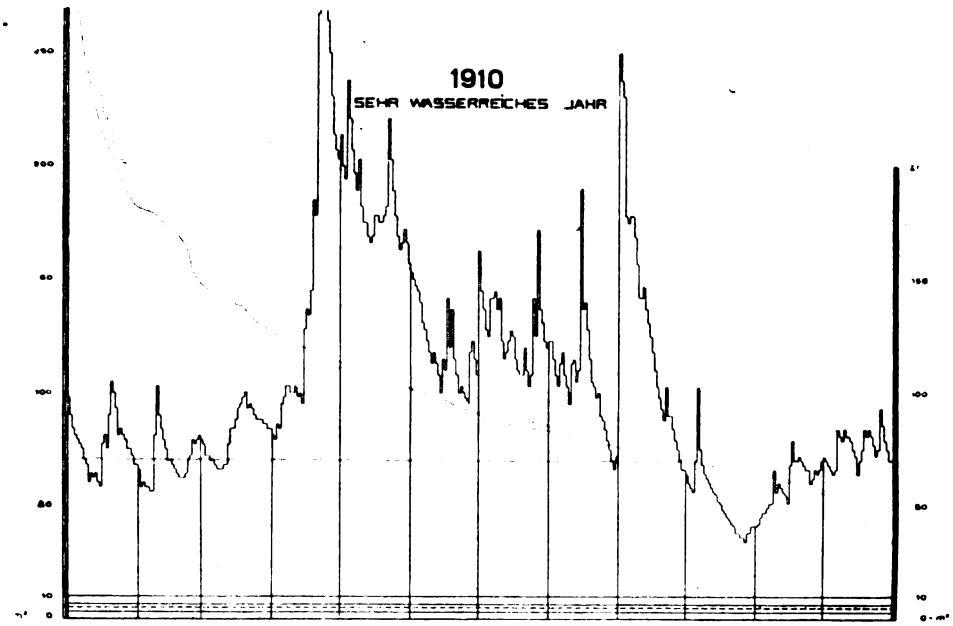


Abbildung 2b

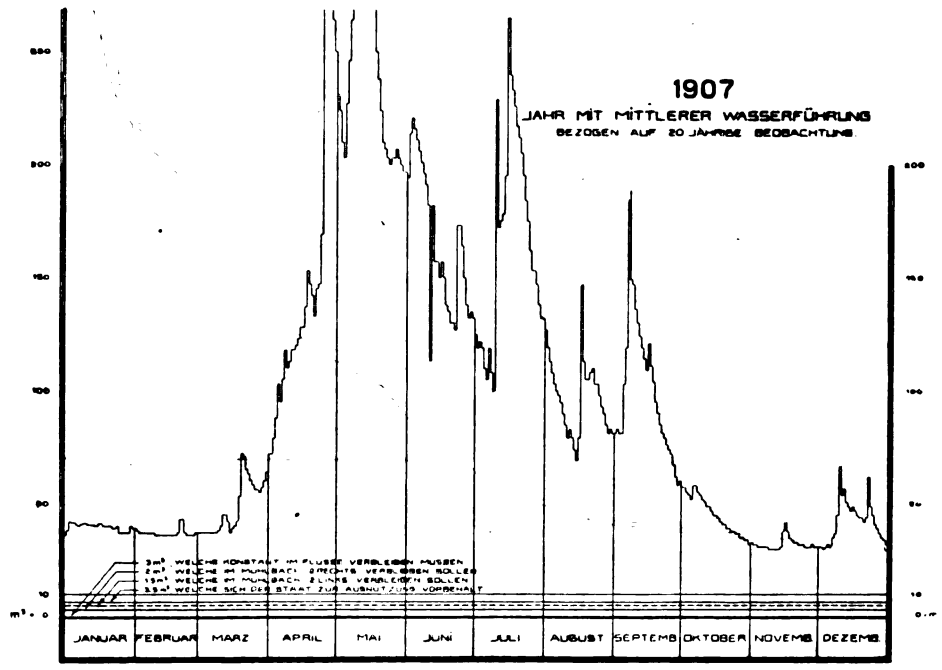


Abbildung 2c

Digitized by Google

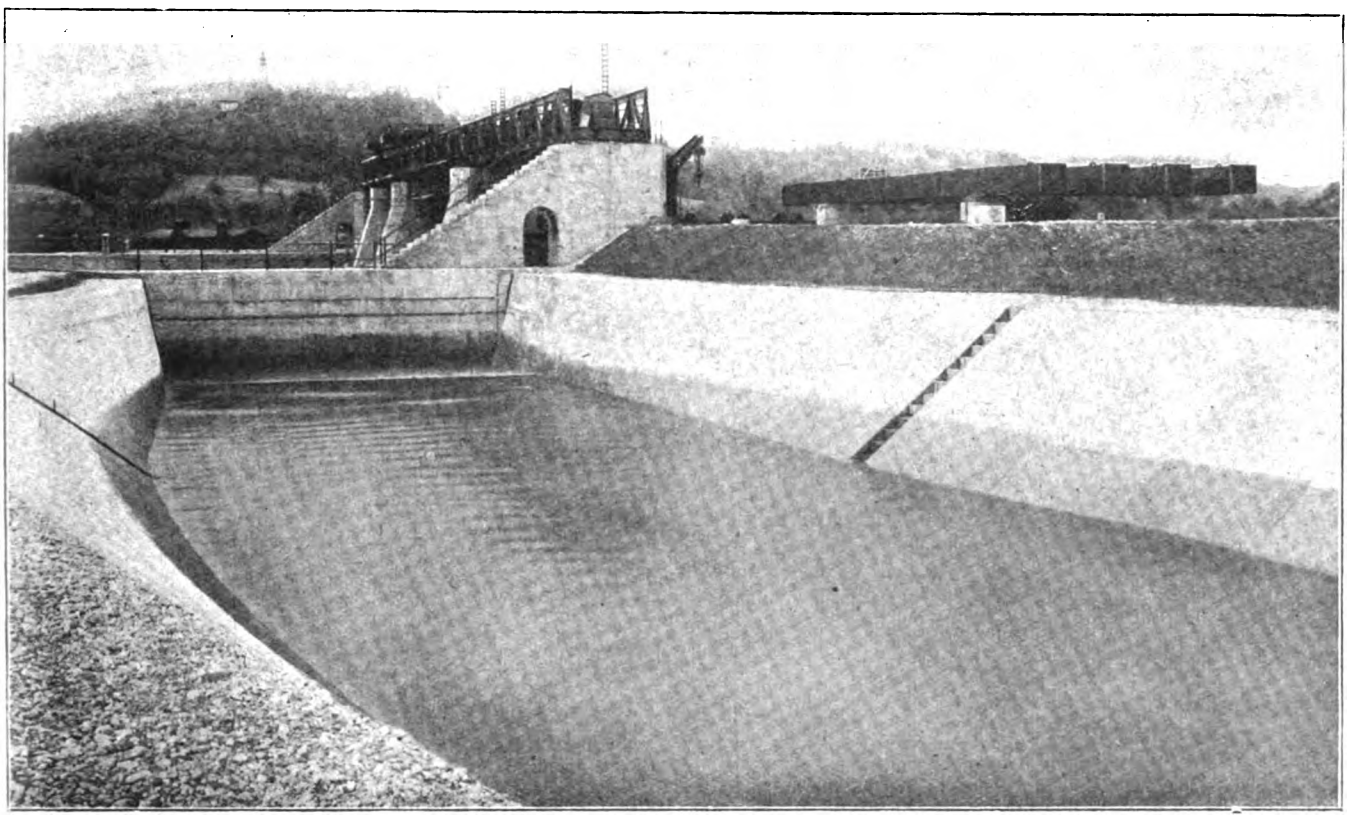


Abbildung 3. Verbindungskanal gegen Stauwehr, Dükereinlauf.

deren Orten, wahrscheinlich dort, wo der Flinzhorizont im Untergrund des Tales ansteigt, wieder in den Flußlauf treten. Sichtbare Zuläufe sind zwischen Hirten und Queng (Mündung der Alz) nicht vorhanden. Der Halsbach ist ein Trockenlauf, der nur nach länger dauernden Regenperioden auf Stunden oder höchstens Tage einige Kubikmeter Wasser führt.

Bei den Projektierungsarbeiten der Gefällstufe Hirten—Holzfeld war die staatliche Alzregulierung gerade in Ausführung begriffen. Es war zweifellos, daß beim Stauwehr Wasserdurchlässigkeiten zu erwarten seien, deren Einfluß um so beträchtlicher zu werten war, als über einen großen Teil des Jahres fast die gesamte Wassermenge vom Stauwehr abwärts dem Flusse entzogen wird. Bis sich das regulierte Alzbett durch Schlammablagerungen gedichtet hat, werden Jahre vergehen, denn vor der durchgeführten Flußregulierung änderte der Fluß in dem gegen 500 m breiten Tale fast jedes Jahr sein Bett. Um einen volständig dichten Abschluß der Wehrstelle zu erhalten, hätte unter Aufwendung beträchtlicher Kosten eine Mauer oder eine Spundwand über die ganze Talbreite bis zum Flinzhorizont niedergebracht werden müssen. Erschwerend für eine rasche Dichtung des Flußschlauches ist auch das fast immer klare Wasser, eine Folge des vorgelagerten Chiemsees.

Man entschloß sich deshalb, wenigstens bis auf weiteres das Betriebswasser aus dem Unterwasserkanale der Anlage Tacherting—Hirten direkt in den Werkkanal der Gefällstufe Hirten—Holzfeld zu führen. Nachdem das Krafthaus Margarethenberg am linken Ufer der Alz liegt, die Weiterleitung aber rechtsseitig erfolgen mußte, war es notwendig, die Alz in einem Düker zu queren. Um aber später ganz unabhängig von dem oberen Nachbar zu sein, war für alle Fälle auch ein Stauwehr bei Hirten zu erstellen, zu dem der Düker die Fundamente liefert. Die Baukosten sind dadurch nicht wesentlich erhöht worden.

Wassermenge — Gefälle — Verfügbare Leistung.

Die ausnutzbare Höchstwassermenge war in der vorläufigen Bauerlaubnis vom 26. Juni 1913 mit 60 cbm/sec. bewilligt worden. Nicht für Zwecke der Anlage verwendbar, mußten ausgeschieden werden:

1. Alle Wassermengen, welche 60 cbm/sec. überschreiten,
2. 3 cbm/sec., die zum Zwecke der Fischerei ständig im Alzbette zu verbleiben haben,
3. 1,56 cbm/sec. für die Versorgung der bestehenden linksseitigen Triebwerke,
4. 2,0 cbm/sec. für die Versorgung des unterhalb Margarethenberg an dem rechtsseitigen Talhang verlaufenden Mühlbaches,
5. 3,5 cbm/sec., welche sich das bayerische Verkehrsministerium zur Entnahme aus dem Oberwasserkanal auf dem Plateau bei Holzfeld zur Ausnützung vorbehält.

Die gesamte, für die Zwecke der Anlage nicht verfügbare Wassermenge, die von der jeweils vorhandenen Wassermenge in der Alz in Abzug zu bringen ist, beträgt daher rund 10,0 cbm/sec.

Unter Berücksichtigung des Vorstehenden wurden für die Bestimmung der tatsächlich zur Ausnutzung verwendbaren Wassermenge die täglichen Wassermengen der Alz in den Jahren 1900 bis 1921, bezogen auf den Pegel und die Meßstelle bei Hohenwart, in Betracht gezogen (Mitteilung der Landesstelle für Gewässerkunde).

Als das wasserärmste Jahr in der langen Beobachtungsreihe muß das Jahr 1920 bezeichnet werden, als das wasserreichste das Jahr 1910. Als ein Jahr mit mittlerer Wasserführung, auf den 22jährigen Durchschnitt bezogen, kann das Jahr 1907 gelten.

In Abb. 2a, 2b und 2c sind die Wassermengen, nach Tagen und nach den Mengen geordnet, ersichtlich.

Es ergibt sich demnach, daß in einem sehr wasserarmen

Digitized by Google

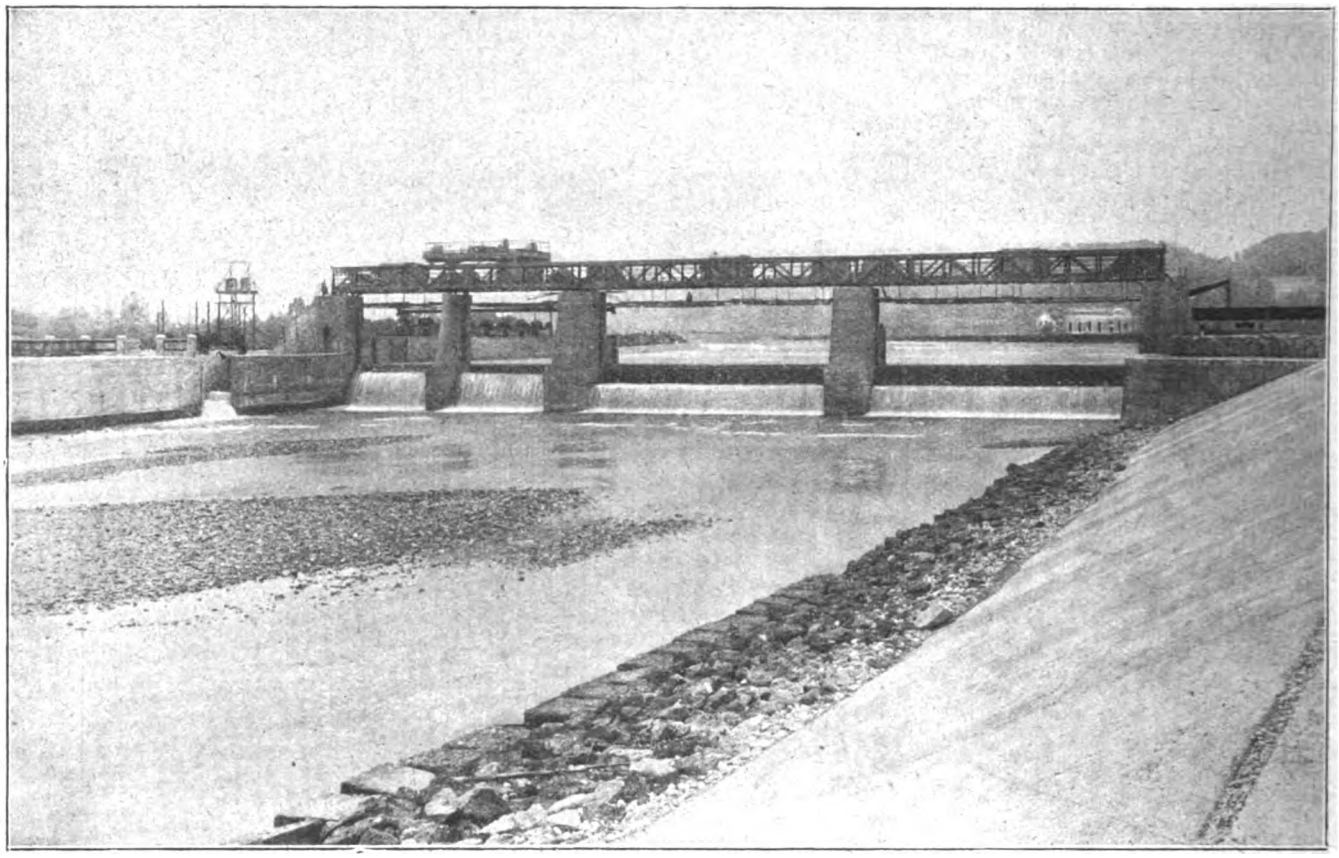


Abbildung 4. Stauwehr bei Hirten, Unterwasserseite.

Jahre ein Vollbetrieb der Anlage mit 60 cbm/sec. nur an 85 Tagen möglich sein kann, in einem sehr wasserreichen Jahre jedoch an 260 Tagen und in einem Jahre mit mittlerer Wasserführung an 180 Tagen.

Sollte es möglich sein, auch die 10 cbm/sec., die ständig im Flusse verbleiben bezw. für die bestehenden Mühlen und den Staat vorbehalten sind, im Krafthause zu verwerten, dann erhöhen sich die in der oben erwähnten Zeichnung ersichtlichen verfügbaren mittleren Wassermengen in den drei charakteristischen Jahren auf 42,6 cbm/sec., 58,5 cbm/sec. und 50,3 cbm/sec.

Nachdem sämtliche Mühlen bezw. Wasserrechte an der Alz zwischen Hirten und der Mündung erworben sind, wobei die Mühlen teils aufgelassen, teils elektrisiert wurden, soll die entsprechende Wassermenge von 3,56 cbm/sec. bei Bedarf in den Werkkanal eingeleitet werden; ihre Ausnützung wird dadurch wesentlich verbessert.

Nicht unberücksichtigt darf jedoch bleiben, daß plötzliche und kurz andauernde Änderungen in der Wasserführung des Flusses überhaupt nicht verwertet werden können und damit die theoretischen Ermittlungen für die Praxis noch richtig zu stellen sind, d. h. die vorstehend erwähnten mittleren Leistungen sind schätzungsweise noch gegen 10% zu verringern. Wir rechnen daher unter Einbezug der Mühlenwassermenge mit einer mittleren verfügbaren Wassermenge von rund 42,5 cbm/sec.

Das Rohgefälle von rund 69,0 m zwischen Stauwehr bei Hirten, dessen Oberwasserspiegelkote 419,0 nicht überschritten werden darf, und dem Unterwasserspiegel bei dem Krafthause Holzfeld, der im Mittel auf Kote 350,0 angenommen werden darf, verringert sich durch Gefällsverluste in den beiden Dükern, den vier Stollen, dem 16 km langen Oberwasserkanal und den Druckrohrleitungen auf 61,5 m im Mittel. Bei Hochwasser der Salzach kann noch ein weiterer Gefällsverlust bis zu 4,5 m auftreten.

Die Höchstleistung der Anlage stellt sich bei Vollausnützung der konzessionierten 60 cbm/sec. und der mittlerweile verfügbar gewordenen 3,56 cbm/sec. der Triebwerke, einem Nettogefälle von 61,5 m und einem Nutzeffekt der Turbine von rund 80 vom Hundert auf 40 000 PS., in einem Jahre mit mittlerer Wasserführung und unter den übrigen vorstehend angeführten Bedingungen ist auf eine Jahresmittelleistung von rund 28 000 PS. zu rechnen. Dies ergibt bei 8760 Betriebsstunden 170,15 Millionen kWst.

Je nach den Wasserverhältnissen der einzelnen Jahre kann sich diese Leistung um 15 bis 16 vom Hundert nach oben oder unten ändern.

Beschreibung der einzelnen Bauwerke.

Verteilungsschützen.

Um das Wasser aus dem Unterwasserkanal der oberen Stufe Tacherting—Hirten entweder dem Düker zuzuführen oder es auch bei Stillständen der unteren Anlage direkt in die Alz ableiten zu können, sind im Unterwasserkanal des Oberlieger Hubschützen sowohl gegen den Alzfluß als auch gegen einen zum Stauwehr führenden Verbindungskanal eingebaut.

Der Verbindungskanal ist von diesen Regulierschützen bis zur Wehrunterführung möglichst seicht gehalten, was sich auch bei der Bauausführung wegen des verminderten Grundwasserandranges bewährt hat.

Wie bereits erwähnt, soll der Betrieb der Unterstufe in der Regel mit dem Verbindungskanal (Abb. 3) erfolgen, und sind in diesem Falle die Schützen im Unterwasserkanal der Bayerischen Stickstoffwerke gegen den Alzfluß zu entsprechend abgedrosselt bezw. ganz geschlossen.

Um den Unterwasserspiegel der Oberstufe gegen ein unbeabsichtigtes und schädliches Absenken oder Anstauen zu schützen, kann er mit den Schützen entsprechend einge-

Digitized by Google

stellt werden auf Grundlage einer Betriebsvorschrift, die im Einverständnis mit den Bayerischen Stickstoffwerken zur Wahrung der beiderseitigen Interessen aufgestellt ist.

Wird das Betriebswasser aus der Oberstufe in den Alzfluß geleitet, dann ermöglicht ein Einstellen der bezüglichen Schützen jederzeit, ausgenommen bei Hochwasserführung des Alzflusses, den Unterwasserspiegel der Oberstufe möglichst günstig für das Sauggefälle der Turbinen einzustellen.

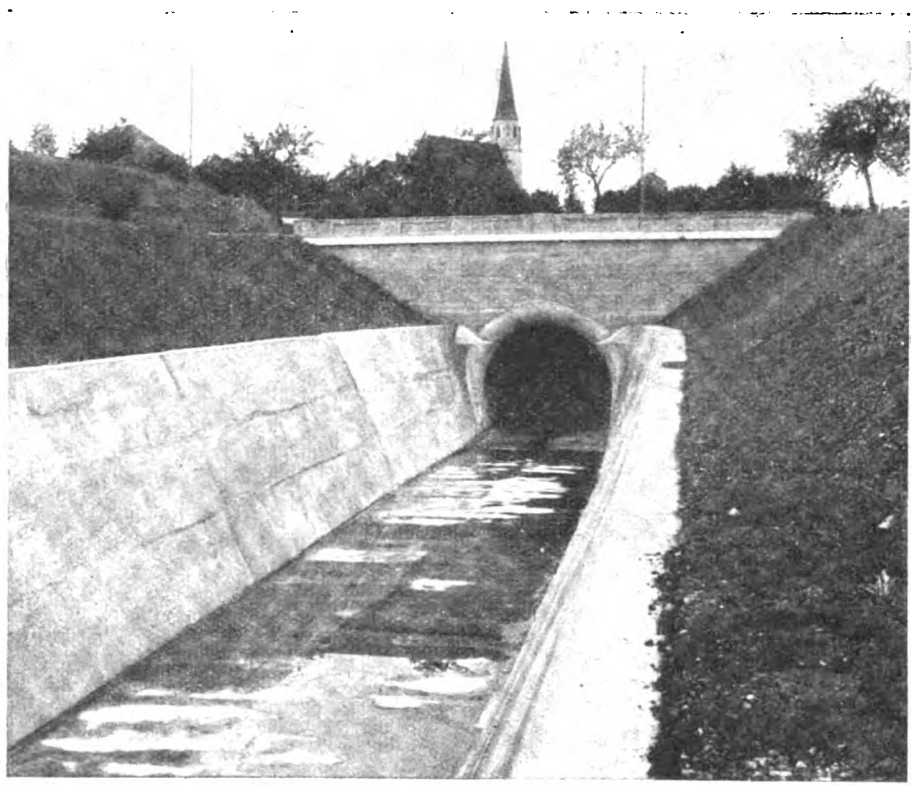


Abbildung 5. Stollen I, Auslaufseite; im Hintergrund Burgkirchen.

Schützenwehr.

Mit Rücksicht auf den Umstand, daß das Stauwehr bestimmt ist, nur in seltenen Fällen in Tätigkeit zu treten, wurde ein reines Schützenwehr mit 2 Öffnungen von je 20 m und zwei mit je 10 m lichte Weite zur Ausführung gebracht. (Vergl. Abb. 4 und Tafel II.)

Die Fallen sind mit elektrischem und Handantrieb ausgestattet und ihre Hubhöhe ist so bemessen, daß bei einer Katastrophen-Hochwasserführung von 650 cbm die Unterkante der Fallentafeln noch 1 m über Wasserspiegel gehoben werden kann.

Jede der zwei 20 m und der zwei 10 m weiten Fallentafeln hat einen eigenen elektrischen Antriebsmotor.

Zur Abgabe der für Fischerei konzessionsmäßig vorgesehenen 3 cbm/sec. Wasser ist in der ersten Schleusentafel (vom rechten Ufer aus) ein entsprechender Ausschnitt vorhanden.

Die Übersetzungsverhältnisse in den Antriebsmechanismen der Wehrfallen sind so bemessen, daß die Fallentafeln mit elektrischem Antrieb innerhalb zirka 15 Minuten um die volle Hubhöhe gehoben werden können. Bei Betätigung der Antriebsmechanismen von Hand aus beträgt die erforderliche Zeitdauer 140 Minuten.

Erreicht beim Schließen eine Fallentafel die Wehrschwelle, dann stellt sich der elektrische Antriebsmotor selbsttätig ab.

Sämtliche Fallen sind als Gleitschützen gestaltet. Die Tafeln sind von den Pfeilerspitzen 5,35 m zurückgesetzt, damit antreibende Sträucher usw. die Betätigung der Fallen nicht hindern können. Durch eine telephonische Verbindung und Organisation eines sachgemäßen Überwachungsdienstes ist Vorsorge getroffen, daß die Fallen jederzeit nach Bedarf geschlossen oder geöffnet werden können.

Das Durchflußvermögen einer Schleuse von 20 m lichter Weite beträgt 215 sec./cbm bei einer Wasserspiegelhöhe auf Kote 419,0. Zur Abfuhr eines normalen Hochwassers genügt es daher, eine oder zwei von den insgesamt vorgesehenen Schleusen zu ziehen.

Bei Berechnung der Staukurven wurde von der Annahme ausgegangen, daß sich das Sohlengefälle des Flußbettes nach Erbauung des Stauwehres und Vollendung der im Zuge befindlichen Alzkorrektion mit zirka 3‰ ausbilden wird. Demgemäß ist die Schwellenhöhe des Schleusenwehres auf Kote 415,4, die Oberkante der Fallen mit 419,0 gewählt. Bei diesem Verhältnis wird auch bei Maximalhochwasser (650 cbm/sec.) der Oberwasserspiegel beim Wehre bei geöffneten Schleusen die Kote von 419,20 nicht übersteigen.

Die Wasserspiegelhöhe an der bestehenden Brücke bei Hirten wird durch den Wehrbau sowohl bei Hochwasser wie bei Normalwasserstand gegenüber dem jetzigen nicht beeinflußt.

Auch bei Benützung des Schleusenwehres wird durch ein entsprechendes Einstellen der Schützen die Stauhöhe von 419,0 weder überschritten noch unterschritten werden.

Das ganze mit dem Wehre zusammenhängende Bauwerk ist von eisernen Spundwänden umschlossen. Die Spundwände, welche den Abfallpolster flußabwärts abschließen, sowie die beiderseitigen längs des Ufers angeordneten Spundwände wurden so tief getrieben, daß, wenn nach der inzwischen vollzogenen Alzregulierung eine Sohlenvertiefung unterhalb des Stauwehres eintreten sollte, der Einbau eines weiteren Abfallpolsters von entsprechender Breite möglich ist. Im übrigen wurde durch eine sogenannte Betonmatratze die Flußsohle unterhalb des Wehres gegen Auskolkungen und Unterspülungen gesichert. Die Betonmatratze besteht aus rechteckigen Betonklötzen von 1×1×0,5 m Ausmaß, die durch starke einbetonierte Eisenseile beweglich längs und quer miteinander verbunden sind. Sie schmiegt sich dem zu gewärtigenden Kolke an und schützt den darunter befindlichen Kies vor zu weitgehender Ausspülung. Eine ähnliche Konstruktion ist seit Jahren am Lech bei Augsburg (Hochablaß) eingebaut.

Wasserfassung.

Um das Betriebswasser direkt der Alz entnehmen zu können, ist an deren rechtem Ufer eine normale Wasserfassung mit acht Schützen von je 5 m lichte Weite angelegt. (Vergl. Tafel II.) Bei der vorgesehenen Wassertiefe von 1,5 m und der lichten Weite der Wasserfassung von 40 m beträgt der freie Eintrittsquerschnitt des Kanales 60 qm und demnach die mittlere Einlaufsgeschwindigkeit bei einem Wasserbezuge von 60 cbm/sec. etwa einen Meter. Diese Geschwindigkeit erscheint zwar ziemlich hoch, ist aber durch den Umstand gerechtfertigt, daß diese Wasserfassung nur in Ausnahmefällen in Anwendung kommen soll. Hinter den Schützen tritt das Betriebswasser in ein Schlammbassin, aus dem der eingedrungene Sand mit

Digitized by Google

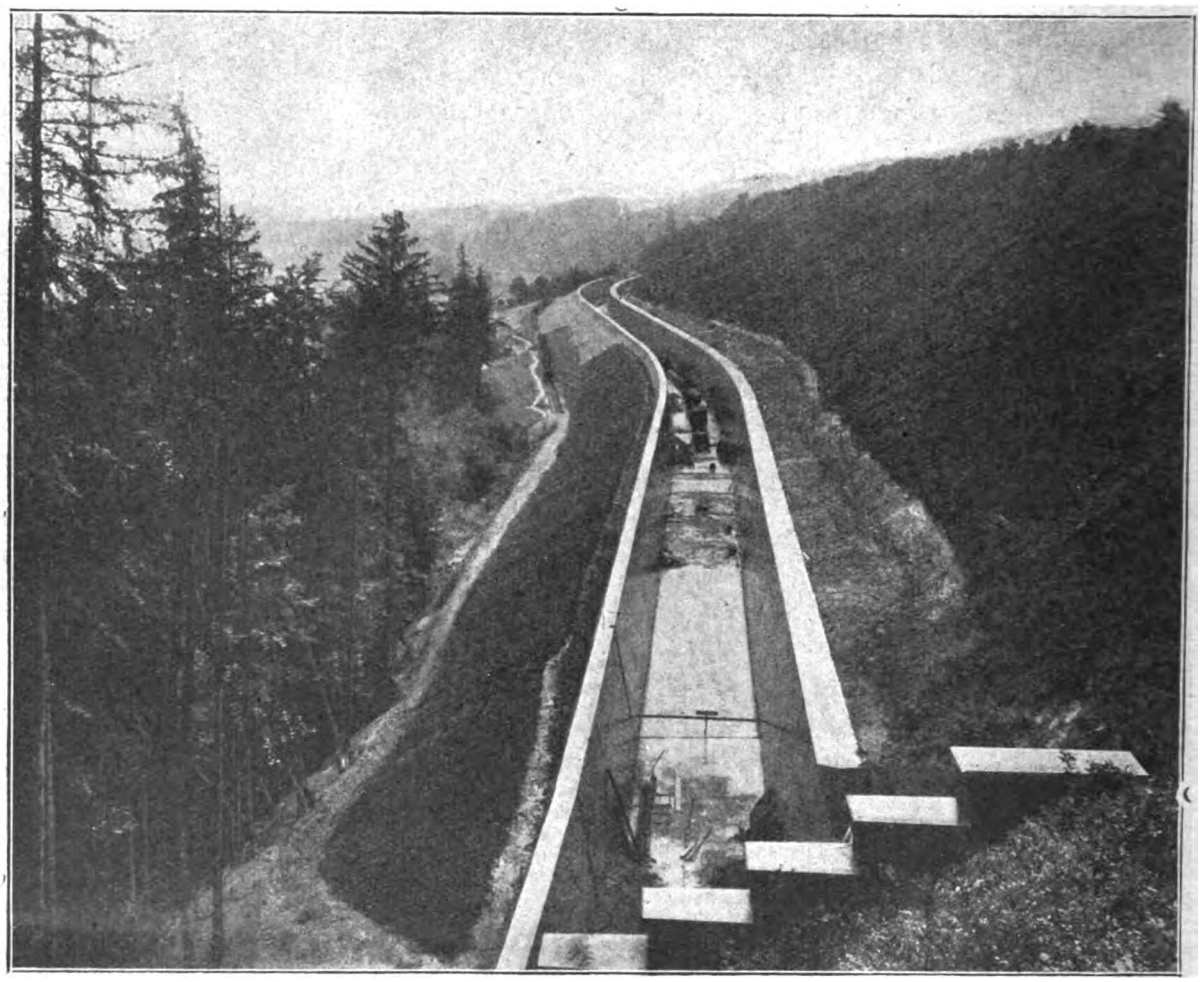


Abbildung 6. Betongerinne zwischen Stollen II und III, im Hintergrund das Alztal.

einem später einzubauenden Bagger entfernt werden soll. Das Baggergut soll zur Auffüllung von abgebauten Altwässern Verwendung finden. Es wurde davon abgesehen, eine der üblichen Sandausspülungen in Anwendung zu bringen, die wegen der geringen zur Verfügung stehenden Vorflut sehr teuer geworden wäre und doch keine Gewähr bot, ihren Zweck zu erfüllen.

Die Unterführung (Düker) im Schleusenwehr erhielt eine Länge von 76,0 m und wurde aus armiertem Beton hergestellt. An ihrem flußabwärts gelegenen Ende sind Schützen angeordnet. Es wird damit ermöglicht, den Düker ohne Betriebseinstellung zu befahren, wenn der Werkkanal vom Einlaufbauwerk aus mit Wasser versorgt wird.

Im Schützenwehr ist außerdem ein Fischpaß eingebaut. Von einem Grobrechen wurde abgesehen und lediglich eine Tauchwand zur Abhaltung von auf der Oberfläche des Wassers schwimmendem Treibzeug eingebaut. Sie taucht 1,5 m in den normalen Oberwasserspiegel ein. Sollte der Betrieb jedoch den Einbau eines Grobrechens als notwendig erscheinen lassen, kann er später ohne weiteres angebracht werden.

Für die Wasserversorgung des Oberwasserkanals ergeben sich folgende Alternativen:

1. Die Schützen im Unterwasserkanal der oberen Stufe Tacherting—Hirten, Abzweigung gegen die Alz zu, sind geschlossen, die Schützen gegen die Wehrunterführung geöffnet. Die Schützen der Wasserfassung am rechten Alzufer sind geschlossen, die im Schleusenwehr hochgezogen. Das Wasser tritt dann vom Unterwasserkanal der Stufe I durch den Verbindungskanal und die Unterführung in den Oberwasserkanal der Stufe II.
2. Die Schleusen im Unterwasserkanal der oberen Stufe Tacherting—Hirten gegen die Unterführung sind geschlossen, die in die Alz führenden Schleusen sind geöffnet, ebenso die Schleusen zum Einlaufbauwerk am rechten Alzufer. Die Tafeln des Schleusenwehres sind ganz oder teilweise geschlossen. Dann fließt das Betriebswasser dem Oberwasserkanal der Stufe II durch die geöffneten Schleusen des am rechten Alzufer befindlichen Einlaufbauwerkes zu.
3. Durch entsprechende Einstellung der Schützen kann das Betriebswasser teils dem Alzflusse, teils dem Verbindungskanal entnommen werden. Ebenso ist es möglich, bei entsprechender Einstellung der Schützen im Unterwasserkanale der Bayer. Kraftwerke (Bayerischen Stickstoffwerke) gegen den Alzfluß und den Verbindungskanal, nur einen Teil des Betriebswassers in den Verbindungskanal zu bringen und den Rest in die Alz abzulassen.

Oberwasserkanal, Überfallbauwerk Burgkirchen mit Halsbachüberführung und Bahnkreuzung.

Die Studien bei der Ausarbeitung des Detailprojektes haben erkennen lassen, daß der Bau der Kanalstrecke vom Schützenwehr bis ungefähr km 2 wegen des hohen Grundwasserstandes mit bedeutenden Schwierigkeiten und Verteuerungen zu rechnen hätte. Es wurde daher die Sohle der Wehrunterführung auf Kote 411,9 verlegt. Die anschließende Kanalsohle wurde aus diesem Grunde auf 414,0

Digitized by Google

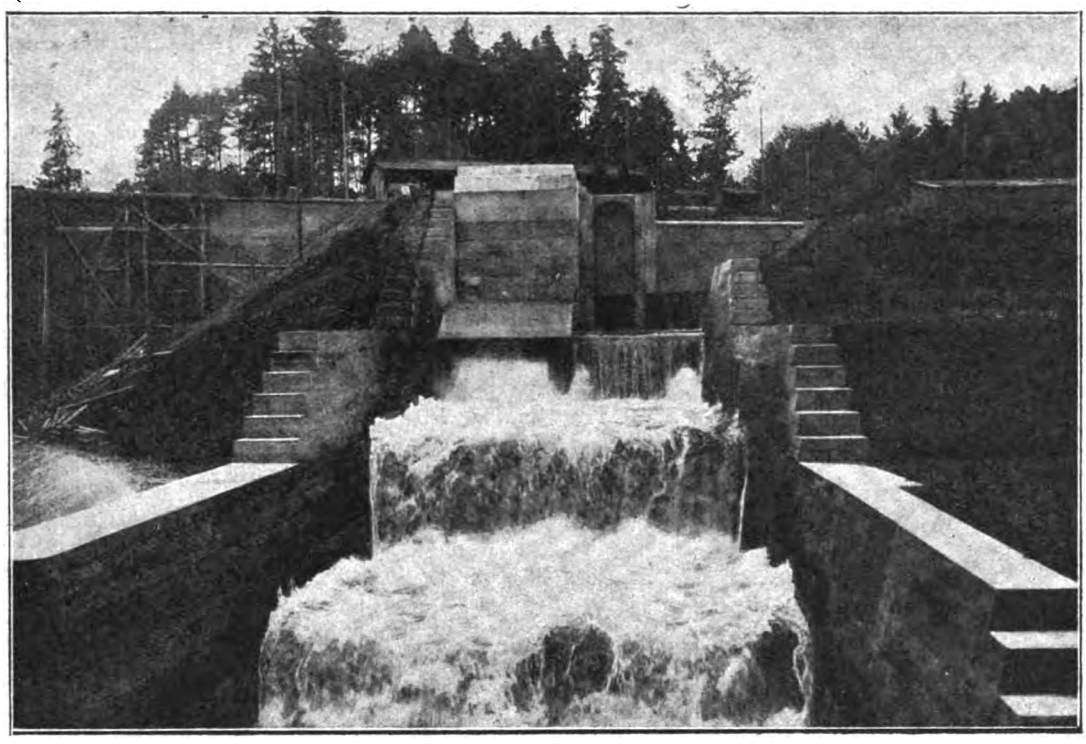


Abbildung 7. Überfall und Saugheber Burgkirchen in Betrieb.

gehoben, und ihr bis km 3,3 ein größeres Gefälle gegeben (0,6‰). Selbstverständlich mußte das Kanalgerinne hinter dem Stauwehr entsprechend verbreitert werden. Das Normalprofil wird bei km 3,3 erreicht.

Die Querschnittsbemessung des Werkkanals geschah für eine Wasseraufnahme von 60 cbm/sec. Die Wassertiefe im Kanal steigt vom Stauwehr bis zur Bahnkreuzung bei Burgkirchen von 3,0 auf 4,5 m bei einem Sohlengefälle von 0,8 und 0,19 ‰. Im übrigen Teile des offenen Kanales ist die Wassertiefe konstant = 4,5 m bei einem Sohlengefälle von 0,18 ‰. Der Kanal erhielt Trapezquerschnitt mit 3,5 m Sohlenbreite und 5/4 fachen Böschungen, wurde auf seiner ganzen Länge ausbetoniert und zwar sind Betonplatten von 150 mm bis 250 mm Stärke verwendet und in bestimmten Abständen unterteilt worden.

In der vom Oberwasserkanal durchschnittenen Strecke sind, wie bereits erwähnt, 4 Tunnelpartien eingeschaltet. Bei einer Wassertiefe von 4,5 m und einem Sohlengefälle von 0,5% können diese Stollen bei einer mittleren Wassergeschwindigkeit von zirka 2,32 m mit Sicherheit 60 cbm/sec. aufnehmen. Für die Stärke ihrer Ausmauerung war die Natur des durchfahrenen Terrains maßgebend. Außerdem sind noch Spezialprofile verwendet worden (vergl. Tafel I).

Der Werkkanal folgt bis zu km 3,75 der Talsohle und dringt dann in den rechtsseitigen Hang ein unter Benützung der oberhalb Burgkirchen und bis Talhausen mit kurzen Unterbrechungen sich hinziehenden Zwischenterrasse.

Bei Burgkirchen kreuzt er die bestehende Lokalbahnlinie Tüßling—Burghausen und das Trockenbett des Halsbaches. Durch die Höhenlage der Kanalsohle war eine einfache Unterführung, also keine Unterdükerung ausführbar. Man wollte letztere unter allen Umständen vermeiden wegen der Schwierigkeiten, die damit verbundene Mulde vom Sande freizuhalten. Das Vorhandensein des Halsbaches, der nur ausnahmsweise nach lang andauernden oder ganz heftigen Niederschlägen einige Stunden Wasser führt, gab Gelegenheit, in den Werkkanal einen Überfall und einen Saugheber einzubauen. (Vergl. Tafel III und Abb. 7.) Dieser Überfall mit Saugheber dient weiterhin auch dazu, die Überbrückung des Halsbaches und die Bahnunterführung gegen Überflutungen zu schützen. Ein derartiger Fall, obwohl sehr unwahrscheinlich, kann eintreten durch Einsturz des an die Bahnquerung anschließenden Tunnels oder durch Verstopfung der Kanalunterführung durch Treibholz oder Schwimmels. Zur Abhaltung derartiger Fremdkörper sind übrigens beim Stauwehr und beim Einlaufbauwerk umfassende Vorkehrungen getroffen. Der Überfall erhielt eine Länge von 50 m gut abgerundeter Überfallkanten, so daß er bei einer Höhe des überfließenden Wassers von rund 0,5 m eine Wassermenge von 30 bis 35 cbm/sec., der Saugheber (Syst. Heyn) ebenfalls 30—35 cbm/sec. überleitet. An der Überfallstelle ist der Kanal weiters noch mit einem Sandsacke kombiniert, an dessen Ende eine Sandablaßfalle angeordnet ist. Sie nimmt bei gefülltem Gerinne und einer Hubhöhe von 1,5 m 20 cbm Wasser auf. Insgesamt also können vor der Bahnkreuzung 80—90 cbm/sec. abgeleitet werden.

Die Überführung des Halsbaches erfolgt mittels eines Gerinnes in armiertem Boden. In Abständen von 20—30 m **sind Delitationsfugen** eingeschaltet, die durch halbkreisförmige Kupferstreifen gedichtet sind.

Zur Erleichterung der Geschiebeaufführung wurde der Halsbach reguliert und seine Bachsohle, zirka 10 m oberhalb des vorerwähnten armierten Gerinnes beginnend, bis Auslauf in die Alz abgepflastert und betoniert, die Böschungen mit Betonplatten gesichert.

Die Widerlager der eigentlichen Bahnbrücke (Eisenträger) sind vollständig unabhängig von dem darunter befindlichen Kastengerinne des Werkkanales gegründet. Wegen der durch den Bahnbau seinerzeit geschaffenen mächtigen Aufschüttung sind sämtliche Fundamente der Bahnkreuzung und des Werkgerinnes bis auf den tragfähigen Boden geführt. Das Betonmauerwerk der Unterführung erhielt wasserdichten Verputz und sind damit Durchsickerungen gegen das Bahngeleise zu vermieden.

Den Übergang zu dem bei km 5,537 beginnenden 206,41 m langen Stollen bildet ebenfalls ein Gerinne aus armiertem Beton.

Unmittelbar hinter der Bahnkreuzung wurde der Werkkanal auf eine Länge von 206,41 m als Stollen ausgeführt.

Digitized by Google

Weitere Tunnelpartien sind zwischen km 6,198 bis 6,846 mit 648,00 m, km 7,333—7,443 mit 110,51 m und km 7,752 bis 8,314 mit 562,99 m eingeschaltet worden.

Zwischen den letztgenannten zwei Tunnels wurde der Talhausenerbach und ein weiterer kleiner Wasserlauf mittels Durchlässen gekreuzt. Der Ausbau dieser Strecke erforderte weitgehende Entwässerungs- und Sicherungsarbeiten wegen des dort angetroffenen rutschigen Geländes.

Bei Hintermehring betritt der Kanal die Hochebene, welche sich bis an die Salzach hinzieht und erreicht bei km 16,0 das Wasserschloß. Er verläuft zum größten Teile im Einschnitt.

Wasserschloß.

Bei km 16,6 erweitert sich der Kanal zu einem Becken, das einerseits von einem 50,0 m langen Überfall, einer automatisch wirkenden Stauklappe mit Grundschleuse und den Wasserkammern, die zu den Turbinenrohrleitungen führen, anderseits von Betonmauern und Kiesdämmen umschlossen ist. (Vergl. Tafel IV.) Die Stauklappe dient zugleich zur Eisabfuhr. Die Größenverhältnisse des Überfalles mit Stauklappe und Grundablaß sowie der Ablaßrohre wurden so bemessen, daß sie 60—80 cbm/sec. Betriebswasser abzuführen imstande sind. In dem oben erwähnten Becken verringert sich die Wassergeschwindigkeit, welche im Werkkanal im Mittel über 1,5 m beträgt, wodurch die Schlammablagerung gefördert wird. Die Höhenlage der Schützenschwelle der Wasserkammern über der Beckensohle soll das Eindringen von Schlamm, der bei der Anlage übrigens keine große Rolle spielen wird, verhüten.

Es sind 5 Wasserkammern vorhanden. Jede derselben ist mit einem Feinrechen ausgestattet, dessen Größenverhältnisse so bemessen wurden, daß die Durchlaufgeschwindigkeit des Wassers bei Vollbetrieb zirka 0,5 m nicht überschreitet.

Jede Kammer kann durch Freifallschützen mit je 5 m Lichtweite abgesperrt werden. Ihre Betätigung erfolgt von Hand oder mittels Elektromotoren. Außerdem sind Momentanabschlüsse vorhanden, welche gestatten, von dem Maschinenhause aus jede Falle für sich zum plötzlichen Schlusse zu bringen. Die Abschlüsse treten auch automatisch bei einem Rohrbruch in Tätigkeit.

Für Abfuhr des vom Überfall oder der Stauklappe mit Grundfalle kommenden Wassers sind zwei Rohrleitungen von je 3,0 m lichte Weite verlegt, die tangential gegen den Unterwasserkanal in ein Tosbecken münden. Das Ablaufwasser spritzt frei in dem Tosbecken aus. Diese Ausführung verhindert Auskolkungen im Unterwasserkanale; er wurde aber gleichwohl an dieser Stelle durch Steinpflaster und Böschungsplatten aus Beton gesichert.

Rohrleitungen.

Die Verbindung des Wasserschlosses mit den Turbinen in der Zentrale vermitteln 5 Rohrleitungen mit einem inneren Durchmesser von 2,6 m. Sie wurden in der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg aus genieteten Stahlblechen hergestellt, sind auf Betonsockel gelagert und in den zwei Winkelpunkten solide verankert. Sämtliche Druckrohrleitungen sind teilweise mit Kies überdeckt, um Spannungsänderungen durch Temperaturunterschiede zu vermeiden. Die Teilstrecke der Druckrohrleitungen, welche offen zutage liegt, ist unterhalb des oberen Stützmassives mit Expansionsmuffen versehen.

Die beiden Leerlaufleitungen wurden vollständig mit Kies überdeckt.

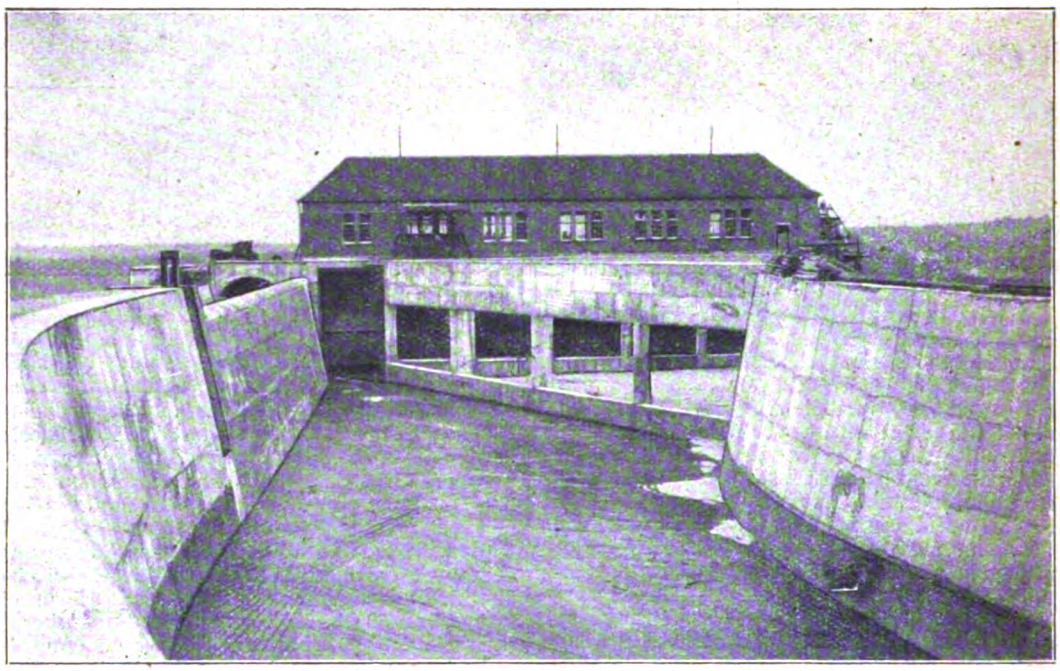


Abbildung 8. Wasserschloß, Einlaufseite mit Überlauf und Stauklappe.

Maschinenhaus.

Das Maschinenhaus hat 5 Maschinengruppen von je 10 000 PS. Höchstleistung erhalten.

Die Maximalleistung der Anlage ergibt sich nach den zur Aufstellung gelangten Gruppen zu 50 000 PS.

Das Maschinenhaus mußte über dem Bereiche der Hochwässer der Salzach zu liegen kommen, da dieselben ganz bedeutende Unterschiede in den Wasserspiegelkoten verursachen. Der Fußboden ist deshalb auf Kote 355,0 festgelegt worden bei einer größten Höhe des Unterwassers auf Kote 354,2. Das Gelände beim Maschinenhause wie dieses selbst wurden gegen die Salzach durch einen Hochwasserdamm geschützt, der mit Kronenkote 360,0 bei Salzach-km 8,35 seinen Anfang nimmt. Diese Kronenkote fällt dann entsprechend dem Hochwasserspiegelgefälle der Salzach und hat beim Maschinenhause ungefähr Kote 355,5.

Die Maschinenhalle hat eine Innenlänge von 59 m bei einer Lichtweite von 16 m. Die Höhe bis Unterkante Dachbinder beträgt 11,6 m, bis Laufschiene der Kranbahn 9,6 m. An die Maschinenhalle schließen sich nach Süden

Digitized by Google

zu die umfangreichen Räume für die Schaltanlage, für eine Reparaturwerkstätte mit Schmiede und Lager sowie für die Betriebsbureaus an. (Vergl. Tafel IV.)

Die innere Einrichtung des Maschinenhauses kann hier nur kurz gestreift werden.

Die fünf Turbinen, von der bekannten Firma J. M. Voith, Heidenheim a. Brenz, geliefert, sind sogenannte Zwillings-Frontal-Turbinen, System Francis, jede für ein Nutzgefälle von 61—65 m, eine sekundliche Größtwassermenge von 15,4 cbm und eine Höchstleistung von 10 000 PS. bei 500 minutlichen Umdrehungen gebaut. Die Turbinenkessel sind aus Stahlblech, die Leitapparate aus Stahlguß, ebenso die Laufräder mit eingegossenen Stahlblechschaufeln; die Stahlwelle ist mit einem angeschmiedeten Kuppelflansch zur direkten Verbindung mit dem Generator versehen. Das kurze Blechsaugrohr mit rundem Querschnitt geht in ein solches aus Beton über, dessen Querschnitt und Richtung sich ändert und beim Eintritt in den Unterwasserkanal Rechteckform besitzt. Jede Turbine hat nur ein Lager, welches sich im Turbinenkessel befindet und durch einen Einsteigschacht zugänglich ist. Auf leichte Auswechselbarkeit aller mit dem strömenden Wasser in Berührung stehenden Teile ist besondere Sorgfalt verwendet worden. Die hydraulischen Geschwindigkeitsregler sind für Öldruck eingerichtet, besitzen Drehzahlverstellungen, die vom Kommandoraum des Schalthauses aus zu betätigen sind und auf elektrischem Wege in bequemer Weise um + — 5 vom Hundert geändert werden können; außerdem Handregulierung. Sämtliche Öldruckleitungen der Geschwindigkeitsregler sind durch ein Rohrsystem miteinander in Verbindung gebracht.

Bei dem normalen Nutzgefälle von 61 m sind die von der Turbinenfabrik gewährleisteten Nutzeffekte je nach Gefälle und Beaufschlagung 73,0—82,5 vom Hundert. Nachdem bei der Größe der Aufschlagwassermenge von selbsttätigen Druckreglern bei plötzlichen Reguliervorgängen abgesehen werden mußte, sind die Blechstärken der Rohrleitungen für die dabei zu erwartenden Drucksteigerungen bemessen worden. Die vorübergehenden Drehzahlschwankungen bei plötzlichen Belastungsänderungen dürfen im Höchstfalle nicht mehr als 12 vom Hundert betragen. Dabei ist die zulässige Drucksteigerung im untersten Teil der Rohrleitung bei plötzlicher Entlastung um 10 000 PS. nicht größer als 50 vom Hundert des gesamten Rohgefälles.

Wegen der Größe der Druckrohrleitungen von 2,6 m Lichtweite und ihrer verhältnismäßig geringen Länge von je 150 m wurde außer den oben erwähnten Freifallschützen im Wasserschlosse von einem weiteren Absperrorgan, außer den verstellbaren Leitschaufeln, abgesehen, um so mehr, als von jeder Turbine aus die zugehörige Freifallschütze auf elektrischem Wege oder von Hand aus innerhalb 35 Sekunden geschlossen werden kann.

Die Drehstromgeneratoren haben die Siemens-Schuckert-Werke geliefert. Sie sind nach Type PFL 580 s 500 für eine Leistung von 9000 kVA (cos. = 0,7) eine Spannung von 10 000 bis 11 000 Volt und eine Frequenz von 50 bei 500 minutlichen Umdrehungen gebaut, ganz gekapselt, können eine Drehzahlerhöhung von 80 vom Hundert ertragen, besitzen 2 wassergekühlte Lager und Grundplatte. Ihr GD^2 beträgt 108 $t\,m^2$. Die Nutzeffekte sind je nach Belastung bei einem cos φ = 1 mit 94,8—96,8% gewährleistet. Jeder Generator hat eine angebaute Erregermaschine, Type CV 300, für 220 Volt Gleichstrom mit Wendepolen, ebenfalls für 80% Drehzahlerhöhung gebaut.

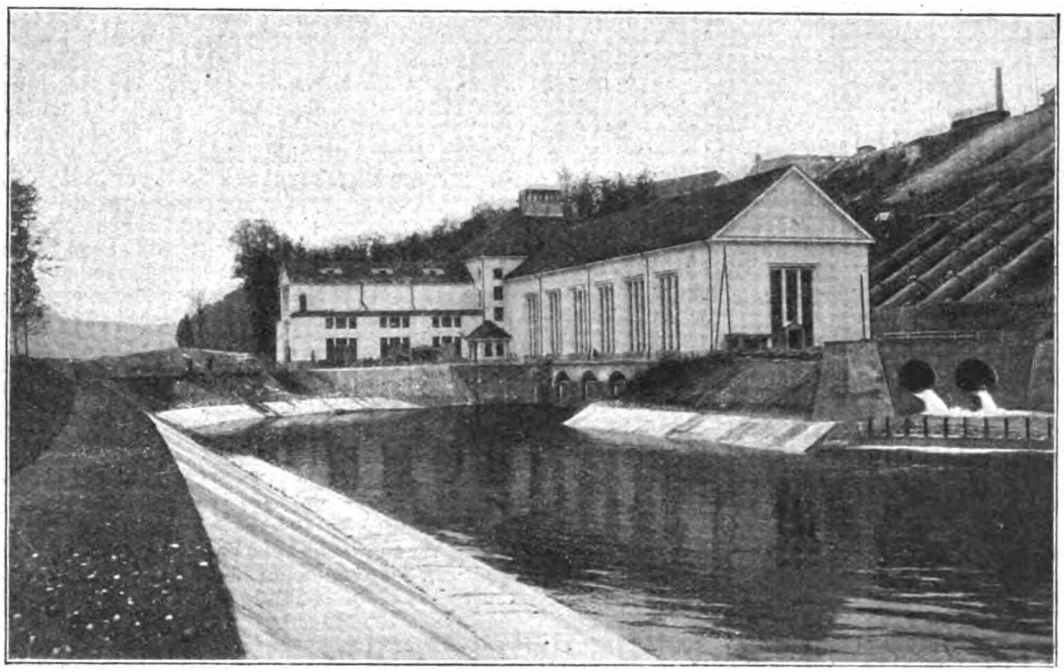


Abbildung 9. Maschinenhaus bei Burghausen.

Das Gesamtgewicht eines Generators beträgt ungefähr 76 t, das Gewicht jeder Turbine ungefähr 52 t.

Nachdem, wie weiter oben erwähnt wurde, der Unterwasserspiegel bis Kote 354,2 ansteigen kann und die Sohlen der für sämtliche Generatoren gemeinsamen, in der Längsachse des Maschinensaales verlaufenden Frisch- und Abluftkanäle von 3,4 auf 2,5 m bezw. 3 auf 2 m lichten Querschnitt auf Kote 352,15 bezw. 349,79 liegen, wurden unter dem Flur des Maschinenhauses entsprechende Leckwasserkanäle vorgesehen, die in einem gemeinsamen Sumpf münden. Das gegebenenfalls auftretende Leckwasser kann von dort mittels zwei elektrisch betriebener Kreiselpumpen, für eine Leistungsfähigkeit von je 21,5 PS. gebaut, entfernt werden. Die Kreiselpumpen sind von der Firma Amag-Hilpert, Nürnberg, geliefert, die zugehörigen Elektromotore von den Siemens-Schuckert-Werken.

Die Maschinenteile sind auf normalspurigen Eisenbahnfahrzeugen bis in die Maschinenhalle gebracht worden. Die auf der Hochebene liegenden ausgedehnten Fabrikanlagen der Dr.-Alexander-Wacker-Gesellschaft für elektro-

Digitized by Google

chemische Industrie haben ein normalspuriges Industriegleis, das von der Station Pirach der Lokalbahn Tüßling—Burghausen abzweigt und dessen Betrieb durch die Reichseisenbahnen geführt wird. Ein Gleisstrang führt bis unmittelbar zum Wasserschloß. Eine Verbindung von dort mit dem Maschinenhause hätte wegen des Höhenunterschiedes von ungefähr 50 m und des schwierigen Geländes wie Grunderwerbes zu beträchtlichen Ausgaben geführt. Man hat sich deshalb zum Bau eines Schrägaufzuges für eine größte Nutzlast von 30 t entschlossen, der von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg geliefert wurde und mit elektrisch zu betätigenden Triebwerken (70 PS.), Seiltrommeln und Zahnstangenschienen (7,5 m Spurweite) ausgerüstet ist. Die beladenen Eisenbahnwagen fahren auf eine Plattform und werden von da mittels dieses Aufzuges auf einer schiefen Ebene von 143 m Länge und ungefähr 30 vom Hundert Neigung bis zum Maschinenhaus herabgelassen und dann in die Maschinenhalle verschoben. Er arbeitet mit zwei Hubgeschwindigkeiten (12 m/min. und 9 m/min.) Der Aufzug wurde so rechtzeitig erstellt, daß auch sämtliche Baustoffe für das Maschinen- und Schalthaus mit Unterwasserkanal auf ihm befördert werden konnten. Sein Betrieb hat bis jetzt zu Störungen keinen Anlaß gegeben.

Vom Eisenbahnwagen weg wurden die Maschinenteile in der Maschinenhalle mittels des elektrisch betriebenen Dreimotoren-Laufkranes an ihre Einbaustelle gebracht. Die Tragfähigkeit dieses von der M. A. N. gelieferten Kranes beträgt bei einer Spannweite von 15,3 m 36 t. Der Kran ist für zwei Lasten bezw. Geschwindigkeiten eingerichtet. Die Hubgeschwindigkeit bei der Höchstlast von 36 t beträgt etwa 1,4—1,5 m/min., bei einer Last von 5 t 9—10 m/min. Der Laufkran läuft auf einer eisernen Kranbahn, welche auf Betonpfeiler mit je 8 m Abstand verlegt ist. Die elektrischen Motoren sind für Drehstrom von 380 Volt Spannung bei 50 Perioden eingerichtet.

Die elektrische Energie wird mittels Kabel, die am Boden des Frischluftkanales verlegt sind, in das Schalthaus geleitet und von dort ebenfalls mittels Kabel zur Hälfte in die Fabrikanlagen der Dr.-Alexand.-Wacker-Gesellschaft übertragen, der Rest hingegen in ein Transformatorenhaus der Bayerischen Kraftwerke, das im Osten der vorerwähnten Fabrikanlagen errichtet wurde, von wo aus der Reichsfiskus darüber weiter verfügt.

Unterwasserkanal.

Der Unterwasserkanal hat eine Länge von 1,4 km. Seine Trasse ist möglichst nahe an den linksseitigen Abhang des Tales gelegt, um das Hochwasserprofil des Salzachflusses nicht zu verengern.

Für den Unterwasserkanal ist ein einfacher Erdkanal mit 2 m durchschnittlicher Wassertiefe und 1 : 2 geböschten und mit Betonplatten bewehrten Seitenwandungen bei einer Sohlenbreite von 24,0 m und 0,35 ‰ Rinngefälle zur Ausführung gebracht.

Zum Schutze gegen die Hochwässer der Salzach ist der weiter oben erwähnte, an der rechten Kanalseite befindliche Schutzdamm bis zur Salzach fortgeführt worden.

Kunstbauten.

An Kunstbauten wurden längs des Werkkanales und des Unterwasserkanales ausgeführt:

16 Ortsverbindungsbrücken mit 4,00—4,60 m lichter Weite zwischen den Geländern, teils als armierte Plattenbalkenbrücken, teils als Dreigelenkbogenbrücken;

2 Staatsstraßenbrücken mit 7,85 m und 7,90 m lichter Weite zwischen den Geländern, als Dreigelenkbogenbrücken;

5 Fußgängerstege mit 1,00 m lichter Weite, in Eisenbeton;

1 Privatfußgängersteg mit 1,20 m lichter Weite in Eisenbeton;

2 Brücken über den Halsbach und zwar eine als Distriktsstraßenbrücke mit 20 t Tragfähigkeit ausgebildete Dreigelenkbogenbrücke und das über den Halsbach führende Eisenbetongerinne des Werkkanales;

1 Bahnbrücke bei Burgkirchen in Eisenkonstruktion.

Ferner sind längs des Werkkanales ein Röhrendurchlaß und fünf gewölbte Durchlässe vorhanden.

Die Lage dieser Kunstbauten geht aus Tafel I hervor.

Baugeschichte.

Mitte 1914 hatte das Wackerkonsortium unter Führung der Bosnischen Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Wien (Elektrobosna), die Mehrzahl der Grundkäufe in Form von Optionsverträgen abgeschlossen.

Mit Kriegsausbruch zogen die Unternehmer die eingereichten Angebote zurück. Das wasserpolizeiliche Verfahren mußte eingestellt werden.

Die Elektrobosna bemühte sich trotzdem, die Arbeiten in Gang zu bringen. Im August 1916 gelang es, die Dammschüttungen am Oberwasserkanal zwischen Stauwehr und km 5 mit einer Massenbewegung von rund 523,000 cbm der Bauunternehmung Edwards & Hummel, A. Kunz in München zu übertragen. Der Fortschritt der Arbeiten litt empfindlich an dem Mangel geschulter Leute, der Schwierigkeit der Rohstoffbeschaffung und der Bereitstellung von Eisenbahnfahrzeugen, sodaß sich die Beendigung der Massenbewegung an diesem Bauobjekt bis Ende 1919 ausdehnte.

Trotz aller Widerwärtigkeiten wurde im Jahre 1918 der Stollen II und III, im Jahre 1919 der Stollen IV und der 8 km lange Werkkanal von Stollenende IV bis zum Wasserschloß ebenfalls an die Unternehmung Edwards & Hummel, A. Kunz vergeben und in Arbeit genommen.

Nach Abschluß des Waffenstillstandes und Ausbruch der Revolution war zwar der Leutemangel behoben, die Arbeitswilligkeit aber außerordentlich gering und die Baustoffnot womöglich noch empfindlicher als während der Kriegszeit.

In den Monat November 1918 fällt auch die Gründung der Alzwerke, G. m. b. H. Ihre beiden Gesellschafter sind der Deutsche Reichsfiskus und die Dr.-Alexander-Wacker-Gesellschaft für elektrochemische Industrie. Die Gründung war durch die wirtschaftlichen Verhältnisse bedingt. Neben ihrer Hauptaufgabe, den Bau der Wasserkraftanlage zu Ende zu führen und dann die elektrische Energie an ihre Gesellschafter zu liefern, kann sie auch den Ausbau weiterer Wasserkräfte planen und durchführen und sich an gleichen Unternehmungen beteiligen.

Erst vom Herbst 1920 an konnte in großzügiger Weise an die Inangriffnahme der restlichen Bauten geschritten und flottere Baufortschritte erreicht werden.

Das 5 km lange Kanalstück vom Stauwehr bis zur Bahnkreuzung Burgkirchen war im Dezember 1921 betriebsbereit. Der Stauwehrbau mit Düker, Verbindungskanal und den im Grundwasser liegenden ersten 900 m des Oberwasserkanales wurde im März 1920 vergeben und Mitte Mai 1922 fertiggestellt.

Stollen IV wurde in Arbeit genommen im Dezember 1920, Stollen I im März 1921. Die Fertigstellung sämtlicher Stollen mit den zugehörigen Kanalzwischenstücken, letztere wegen der Natur des schwierigen Geländes unter Verwendung von Spezialprofilen, erfolgte in den Monaten Juli und August 1922.

Das Wasserschloß und der Überfall bei Burgkirchen wurden im Februar 1921 vergeben. Es war für die mechanisch-elektrischen Einrichtungen montagebereit im Januar 1922, betriebsbereit im Juli desselben Jahres.

Das Krafthaus mit den Fundamenten für die Druck- und Leerlaufleitungen wurde im Oktober 1920 vergeben. Dabei war das Krafthaus im März 1922, die Rohrbahn schon im Januar desselben Jahres montagebereit. Die Montage der maschinellen und elektrischen Einrichtungen wurden so gefördert, daß im November 1922 der wasserbauliche Teil der Anlage betriebsbereit war, nachdem auch der Unterwasserkanal im Juli 1921 vergeben und im September 1922 fertiggestellt worden war.

Digitized by Google

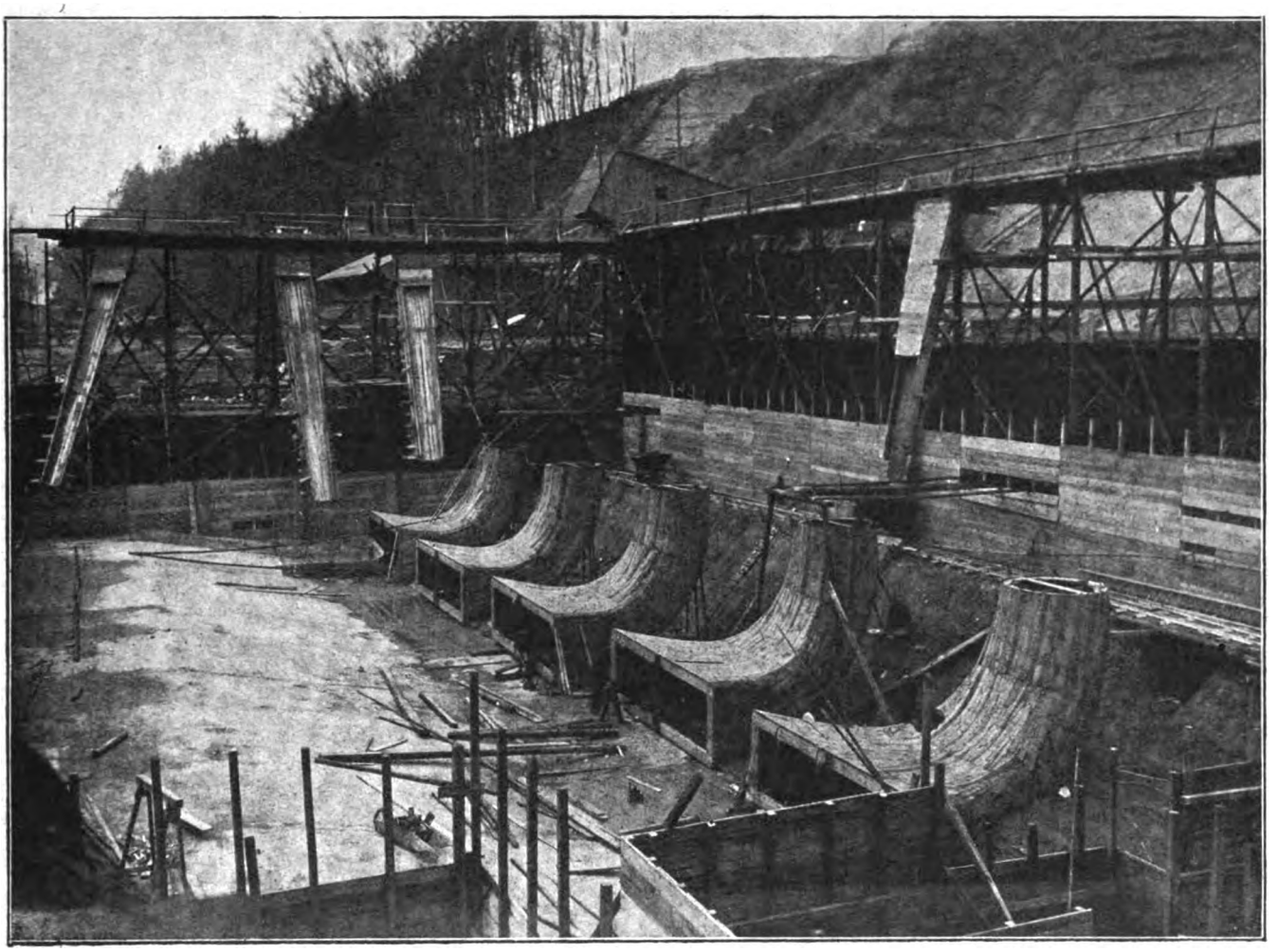


Abbildung 10. Maschinenhaus, Betonieren der Turbinenausgrohre. Bauzustand im Frühjahr 1920.

Die architektonische Gestaltung des Krafthauses und der Innenräume ist ein Werk des Architekten Adalbert Sckell in München.

Besonders hinderlich für die Fertigstellung der Anlage war der neun Wochen dauernde Bauarbeiterstreik im Sommer 1921. Der harte und lange Winter 1921/22 tat dann noch ein übriges dazu, um die Arbeiten zu verzögern.

Über die ausgeführten Arbeitsleistungen wäre kurz folgendes zu erwähnen:

Die Gesamtmassenbewegung an Aushub betrug rund zirka . . .	1,650,000	cbm.
Der Verbrauch an Zement war zirka	44,000	t.
„ „ „ Bauholz „ „	17,000	cbm.
„ „ „ Kohle „ „	9,000	t.
„ „ „ Armierungseisen war zirka	760	t.

Die Schwierigkeit, welche die Beschaffung von Kohle verursachte, hatte zur Folge, zum Betrieb der Baumaschinen elektrische Energie zu verwenden. Es war dadurch ermöglicht, fast sämtliche Bagger, alle Betonmischmaschinen und Kiesaufbereitungsanlagen sowie die gesamte Wasserhaltung insbesondere beim Bau des Stauwehres und des Maschinenhauses elektrisch zu betreiben. Längs des Werkkanales war zu diesem Behufe eine Leitung mit 10,000 Volt-Spannung erstellt worden, die aber nicht nur für Bauzwecke bestimmt war, sondern jetzt nach Aufnahme des Betriebes zur Betätigung der verschiedenen Schleusenanlagen beim Stauwehr und Verbindungskanale dient, und die Mühlen an den rechts- und linksseitig der Alz verlaufenden Mühlbächen mit elektrischer Energie versorgt, soweit sie nicht ganz aufgelassen worden sind.

An passender Stelle längs der parallel zum Kanal verlaufenden Hochspannungsleitung waren 13 Transformatorenstationen mit einer Gesamtleistung von 1800 kVA aufgestellt, die zum Teile beweglich auf Rollwagen montiert waren, und von welchen der Arbeitsstrom bezogen wurde. Besondere Vorkehrungen erforderte die Unterbringung der Bauarbeiter, da in der Gegend, wo der Werkkanal erbaut wurde, die Hofsiedlung vorherrscht und in der Bauernschaft eine Abneigung gegen die Aufnahme von Arbeitern bestand. — In den zwei Hauptbaujahren 1921/22 erreichte die Zahl der beschäftigten Arbeiter ohne Angestellte über 3000 Mann. Zu ihrer Unterbringung wurden 35 Wohnbaracken für insgesamt 1500 Mann erbaut, 39 Notwohnungen und 42 bleibende Wohnungen erstellt. Außerdem konnten in sechs gemieteten Lokalen über 300 Mann untergebracht werden. Zur Verpflegung dieser Arbeitermassen waren 12 Kantinen notwendig. Zu den abgelegenen Baustellen wurde die Belegsmannschaft mittelst Arbeiterzügen befördert.

Über die während der Bauzeit eingetretene Geldentwertung dürften die folgenden Zahlen ein gutes Bild geben:

Bei Baubeginn im Jahre 1916 erhielt der Tagarbeiter einen Stundenlohn von zirka . . . . M. 0,58 bis 0.68.
Ende 1919 war dieser Stundenlohn gestiegen auf M. 1,85.
„ 1920 „ „ „ „ „ „ 4,45.
„ 1921 „ „ „ „ „ „ 7,45.
Bis Mitte 1922 waren die Stundenlöhne immer erst „ 24,35.

Digitized by Google

Dann erfolgte aber die rapide Markentwertung. Die Stundenlöhne erreichten Ende 1922 die Höhe von M. 330,—.

Die ersten Entwürfe der Wasserkraftanlage wurden noch vor Kriegsbeginn in Basel im Wasserkraftbureau des Elektrizitätswerkes Lonza, dessen Vorstand der Verfasser dieser Zeilen war, für Rechnung der Bosnischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft ausgearbeitet. Es wurde dann ein Wasserbaubureau der Bosnischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft gegründet, das anfangs 1914 nach München übersiedelte und nach nochmaliger Namensänderung in Wasserbaubureau der Dr.-Alexander-Wacker-Gesellschaft für elektrochemische Industrie schließlich den Alzwerken einverleibt wurde.

Für die Ausführungsweise des Baues war die Natur des Geländes maßgebend. Den Untergrund auf der gesamten Baustrecke bildet Flinz. Er ist beim Stauwehr im Alztale abgeschürft und dann mit Flußgeschieben überschüttet worden. Bei Burgkirchen hinter dem Gehöfte Niederau tritt er an den Seitenhängen der Talsohle zutage und steigt dann rasch bis zu Geländehöhe an, unterhalb Hintermehring sinkt er wieder gegen die Salzachniederung ab, überlagert von fluvioglazialen Schottern verschiedenen Alters.

Stauwehr und Kanal bis Ausgang Stollen III (km 7,45) waren in Schotter zu erbauen, von hier bis km 10 ist der Kanal in Flinz eingeschnitten, der Rest bis zum Wasserschloß verläuft wieder in Schottern. Auch das Maschinenhaus und der Unterwasserkanal ist auf den Talschottern der Salzachniederung erbaut. Außer vereinzelten Nagelfluhbänken, die aber wenig wetterbeständig sind und infolgedessen nur bei weniger wichtigen Ufersicherungen an der Alz Verwendung finden konnten, stand als Baurohstoff nur der vom Werkkanalaushub herrührende Schotter zur Verfügung. Als Konstruktionsmaterial für sämtliche Tief- und Kunstbauten kam somit nur Beton in Frage. Das Mengeverhältnis zwischen Sand, Kies und Schotter war so günstig, daß es gewöhnlich ohne Sortierung Verwendung finden konnte. Nur bei den Eisenbetonbauten war eine Aussortierung der größeren Schotterstücke sowie eine Mengenverbesserung des Sandes erforderlich. Der Schotteraushub war so rein, daß er überall ohne Waschung zur Verwendung kam. Nach der Wichtigkeit und der Zweckbestimmung der Bauten schwankte der Zementzusatz zwischen 80 und 320 kg auf den Kubikmeter Fertigbeton, wozu durchschnittlich je 1200 l des Sand-, Kies- und Schottergemisches notwendig waren. Die geringste Zementmenge wurde für Magerbeton, die größte für starkgegliederte oder hochbeanspruchte Eisenbetonbauten, wie z. B. Halsbachgerinne, Düker und Geschoßböden gewählt. Gußbeton fand nur bei einzelnen Eisenbetonbauten Anwendung; sonst wurde der Beton erdfeucht angerichtet und gestampft. — Wegen der herrschenden Baustoffnot war es natürlich nicht möglich, mit einer Zementgattung auszukommen. Man mußte Zement nehmen, wie er erhältlich war, so daß neben Portlandzement auch Eisenportlandzement und Montanzement in großen Mengen verarbeitet worden sind. Der Zement entsprach in den weitaus meisten Fällen den Normen, nur in Ausnahmefällen ist die untere vorgeschriebene Grenze der Druckfestigkeit nicht erreicht worden, doch wurde auch dieser Zement bei weniger wichtigen Bauteilen verwendet und der damit erstellte Beton entsprechend zementreicher gehalten.

Es war in Erwägung gezogen worden, für die Auskleidung des Kanales Traß-Zement-Beton zu verwenden, insbesondere zur Erzielung einer größeren Wasserdichtheit und wegen der geringen Neigung zu Rißbildungen. Hauptbedingung für einen guten Traß-Zement-Beton ist aber eine tadellose innige Mischung des Traßzusatzes, da er sonst nur ein kostspieliges Füllmaterial bildet. Die Arbeiterverhältnisse, mit denen wir rechnen mußten, boten jedoch diese Gewähr nicht, auch die Unternehmung riet ab, so daß die Verwendung von Traß unterblieb.

Um den Bau des Stauwehres unbeeinflußt durch Hochwässer und unter günstigen Grundwasserverhältnissen durchzuführen, wurde die Baugrube neben dem dort bereits regulierten Alzfluß ausgehoben und das Bauwerk fertig erstellt. Dann wurde der Flußlauf entsprechend verlegt, was bei dem flachen Gelände ohne Schwierigkeiten möglich war. Die ganze Baugrube wurde mit eisernen Spundwänden umschlossen, die bis zu 7 m Tiefe niedergetrieben wurden. Zur Wasserhaltung genügten drei Kreiselpumpensätze mit 200 und 300 mm Rohrdurchmesser und elektrischem Antrieb.

Wie an anderer Stelle bereits erwähnt wurde, ist das Stauwehr vollständig auf Flußgeschieben gegründet. Um den zu erwartenden Kolk unschädlich zu machen, war geplant worden, eine sogenannte Floßfeder aus Holz hinter dem Sturzboden einzubauen. Die Schwäche dieser Konstruktion liegt derzeit noch in der Befestigung des Drehpunktes. Da die bekannten Konstruktionen zu wenig betriebssicher erschienen und außerdem bei dem Umstande, daß die Floßfeder jedes Jahr über sechs Monate im Trockenen zu liegen käme, und damit ein baldiger Verschleiß vorauszusehen war, wurde davon abgesehen und zu der bereits früher erwähnten Steinmatratze gegriffen. Nach den jetzt vorliegenden Betriebserfahrungen glauben wir aber nicht, daß sie ihrem Zweck vollständig entsprechen wird, da die Alz viel zu wenig Geschiebe führt, um den Kolk, dessen Bildung sofort nach Einleitung der Alz in ihr neues Bett beobachtet werden konnte, in den zulässigen Grenzen zu halten. Das über das Schützenwehr strömende Wasser nimmt andauernd die Geschiebe unterhalb der Steinmatratze mit. Ersatz von flußaufwärts kommt aber nur bei Hochwasser nach, was zur Bildung eines Beharrungszustandes nicht genügt. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß bei Kleinwasser, wo nur wenige Kubikmeter im Flusse verbleiben, die Kolkbildung sehr begünstigt wird. Die geringe Wassermenge frißt eine schmale Rinne im Flußbett aus, die sich bei dem Sohlengefälle des Alzflusses von 3‰ immer weiter eintieft. Das über die Steinmatratze in dünner gleichmäßiger Schicht fließende Wasser strömt dann seitlich der tiefen Rinne zu und hat im Winter 1922/23 unmittelbar hinter der Steinmatratze bereits eine über die ganze Flußbreite reichende Querrinne gebildet. Es werden deswegen noch umfassende Sicherungsmaßnahmen getroffen werden müssen.

Als zweckmäßigstes Kanalprofil hat sich ein solches mit trapezförmigen Querschnitt von 3,5 m Sohlen- und 14,75 m Wasserspiegelbreite mit 4 : 5 geneigten Innenböschungen und 4,5—5,0 m Wassertiefe ergeben. Erfahrungen über derartige Profile mit einer so großen Wassertiefe in Dammstrecken, zu deren Schüttung reiner Flußkies verwendet wurde, lagen bisher so gut wie gar keine vor. Bisher sind Werkkanäle dieser Art nur bis 2½ und 3 m Wassertiefe erbaut worden. Wenn auch zur Erzielung einer gewissen Wasserdichtheit die inneren Kanalwandungen mit einer Betonschale von 15—20 cm Stärke ausgekleidet wurden, die außerdem möglichst glatt zu erstellen war, um den Rauhigkeits-Koeffizienten günstig zu gestalten, so ergeben sich in den Trennfugen der einzelnen Platten, die in ihrer Höhe je einmal unterteilt und in Abschnitten von je 3 m Breite erstellt worden waren, bei der Länge des Kanales eine Unzahl von Fugen, die zu Wasserverlusten Anlaß geben konnten. Bei den erstgebauten Werkkanälen dieser Art (in Österreich) waren zur Dichtung der Trennfugen Holzlatten von 1 cm Stärke verwendet worden, die gleichzeitig mit der Betonschale eingebracht wurden. Die Forderungen, welche an diese Konstruktionsart bezüglich des Dichthaltens gestellt waren, haben sich bisher erfüllt. Aber diese Holzleisten faulen mit der Zeit, und es siedeln sich dann Wassergewächse an, die den Rauhigkeits-Koeffizienten in ungeahnter Weise vergrößern. Es wurde deshalb von diesen Dichtungsleisten vollständig abgesehen und Lamelle an Lamelle satt ohne weitere Dichtung anbetoniert. Die bis jetzt mit dieser Bauart gewonnenen Erfahrungen sind befriedigend. Die Dammstrecke zwischen km 1,5—4, wo die Kanalsohle stellenweise bis 4 m über Gelände liegt, hat sich bis jetzt vollständig dicht gezeigt. Es sind aber andere interessante Erscheinungen aufgetreten. Um Setzungen an dieser Kanalstrecke hintanzuhalten, wurde sie möglichst frühzeitig geschüttet, erst zwei Jahre später mit der

Digitized by Google

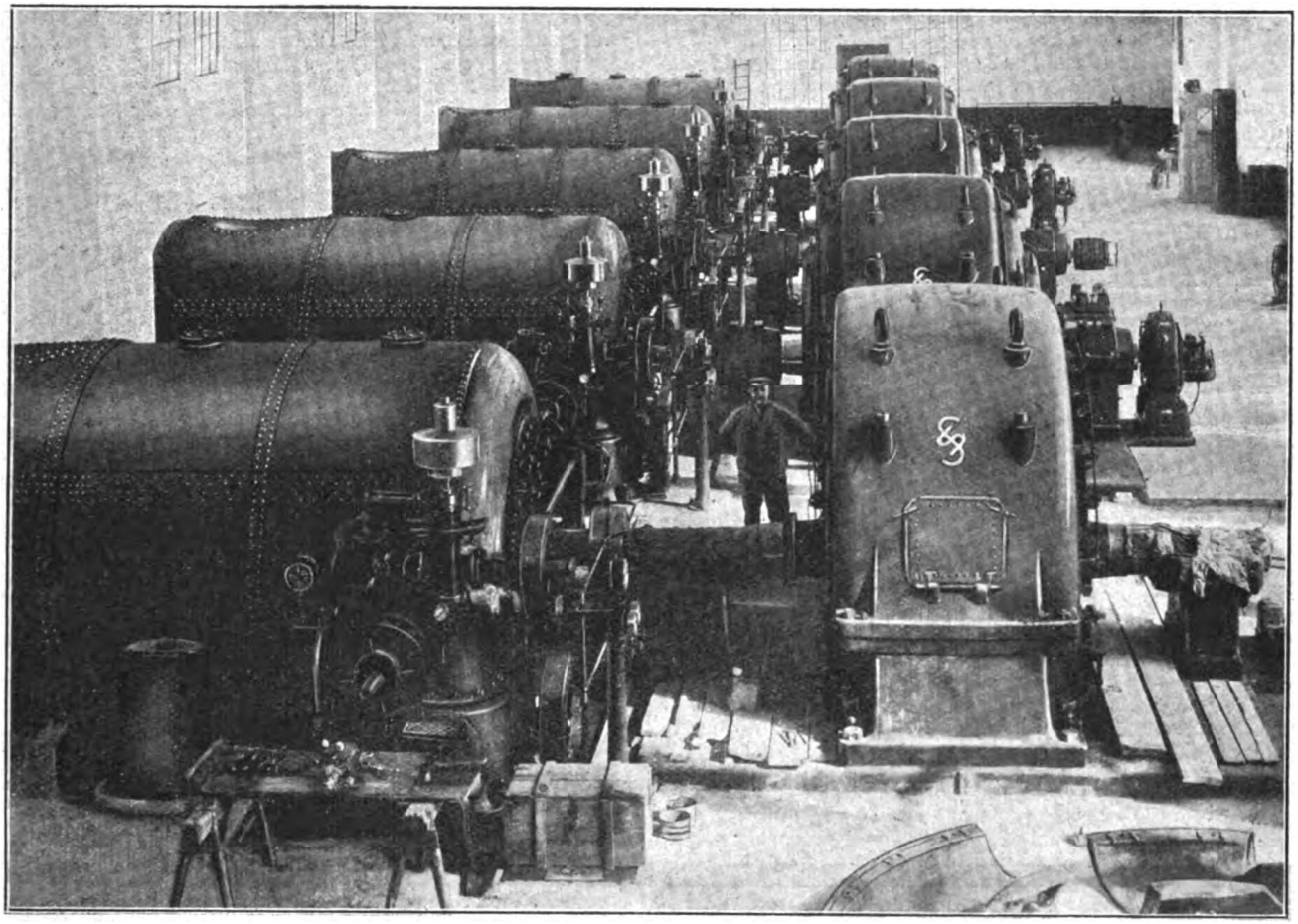


Abbildung 11. Maschinenhalle. 4 Aggregate in Betrieb.

Betonschale versehen und dann unter Wasser gesetzt. Trotzdem traten nach der erstmaligen Vollfüllung stellenweise — also nicht überall — Setzungen in der Weise ein, daß die Sohle bis zum Betrag von mehreren Zentimetern sich senkte und die Böschungsplatten an der Sohle nach rechts und links bis zu 6 cm auswichen. Diese Fugen wurden dann nach Entleerung des Kanales und sorgfältiger Reinigung wieder mit Zementmörtel ausgegossen und halten bisher vollständig dicht. Dabei darf nicht übersehen werden, daß die Alz ein außerordentlich klares Gewässer ist, das sehr wenig Schlamm mit sich führt.

Merkwürdigerweise traten die Setzungen an der Kanalsohle mehrfach auch dort ein, wo sie vor Aufbringung des Betonbelages mit einer Dreitonnenwalze niedergewalzt worden war. Dieses eigenartige Verhalten ist wohl auf die Zusammensetzung des zum Schütten verwendeten Sand-, Kies- und Schottergemenges zurückzuführen und dürfte hauptsächlich dort eingetreten sein, wo das Dammaterial gegenüber den bis kindskopfgroßen Geschiebeschottern zu wenig Kies und Sand enthielt. Es ist auch darauf zurückzuführen, daß bei der gewählten Innenböschung von 4 : 5 und dem langen Liegen des Dammes durch die Regengüsse eine Aussortierung des Schüttmaterials eintrat und die größten Schotterstücke in der Sohle zu liegen kamen. Bei der Anwendung derartiger Kanalprofile ist demnach dem zur Verfügung stehenden Schüttmaterial größte Beachtung zu schenken und die Arbeitsweise sorgfältig zu überwachen. Ein übermäßig langes Liegenlassen der Dämme hat, wie hier die Erfahrung zeigte, Setzungen nicht hintangehalten, aber viel Mehrarbeit gebracht, weil vor Einbringung der Betonschale die Innenböschungen des Kanales nachplaniert werden mußten. Bei Einschnitten sollte die Aufbringung der Betonverkleidung möglichst bald nach Fertigstellung des Erdprofiles geschehen. Bei der Ausführung eines ähnlichen Kraftkanales in Österreich in den Jahren 1907/08, der teilweise im lehmigen Gelände verlief, und bei dessen Bau der Verfasser tätig war, hat sich gezeigt, daß an der Wasserspiegelgrenze der Frost durch die Betonplatten auf die jedenfalls feuchte Lehmunterlage einwirkte und zu unangenehmen Blähungen Anlaß gab, die mit der Zeit zu einer vollständigen Zerstörung der Betonplatten führten. Wo gute Bruchsteine zur Verfügung stehen, sollte daher an der Wasserlinie im Bereiche der Spiegelschwankungen und bis mindestens einen Meter unter der tiefsten Wasserlinie die Kanalverkleidung mit Bruchsteinen in Zementmörtel ausgeführt werden.

Auch bei dieser Anlage waren lange Strecken des Kanales in der Querung zwischen Alz und Salzachtal in einem Gelände zu verlegen, das aus Flinz und Löß besteht, welches bei Frost gleichfalls zu starken Blähungen neigt. Da keine Bruchsteine zur Verfügung standen, wurde eine Kiesunterlage von 1 m Stärke, die von der Kanalkrone bis 1 m unter die tiefste Wasserlinie reicht, eingebracht. Nach der Anschauung des Verfassers wird aber die Wasserspiegellinie in einem Kanal mit Betonauskleidung stets sehr sorgfältig zu behandeln sein. Sie bildet ohne Zweifel eine nicht zu unterschätzende Schwäche jener Bauweise.

Das schachbrettartige Einbringen der Betonschale hat sich bewährt. Schwierigkeiten bietet an und für sich die Auskleidung langer Kanalstrecken mit großer Flächenentwicklung in bezug auf die Güte der Ausführung. Es war beinahe unmöglich, die Bedingungen für ein gutes Abbinden des Betons zu schaffen. Der heiße und trockene Sommer 1921 erforderte große Mehraufwendungen, um die frisch verlegten Platten genügend feucht zu erhalten und sie vor der verderblichen Sonnenbestrahlung zu schützen. Regen

Digitized by Google

und Frost erwiesen sich ebenso schädlich. Sobald Nachtfröste zu erwarten sind, sollte die Betonierung ganz eingestellt werden, falls man nicht die Möglichkeit hat, die frischen Platten frostsicher abzudecken.

Auch die vorgesehene Plattenstärke der Böschungen von 15 cm konnte bei dem Böschungsverhältnis 5 : 4 nicht eingehalten werden, sie erreicht durchschnittlich 20 cm. Die Strecke zwischen km 5,74 und 8,31 erforderte bereits bei der Projektierung eingehende Untersuchungen, um eine möglichst wirtschaftliche Lösung für die Kanalführung zu finden. Das Gelände besteht bis ungefähr km 7,5 aus Schottern verschiedenen Alters und sinkt gegen das Alztal in sehr steilen Hängen ab. Nur an zwei Stellen sind Zwischenterrassen eingeschaltet. Zwischen km 7,4 und 7,5 befindet sich eine Mulde, die von zwei kleinen Bächen ausgenagt worden ist. Eine Anzahl von Schichtquellen an der Grenze des hier zutage tretenden Flinzes hat in früheren Zeiten zu ausgedehnten Rutschungen geführt, die noch nicht zur Ruhe gekommen waren, als der Bau in Angriff genommen wurde.

Eine Umgehung dieser schwierigen Strecken mit einem durchgehenden Stollen von zirka 2,7 bis 3,0 km Länge erwies sich als zu kostspielig. Man entschloß sich daher, die Zwischenterrassen und die erwähnte Mulde zur Anlage eines offenen Kanales zu benutzen und nur die gegen das Alztal vorspringenden steilen Berghänge mit Stollen zu durchfahren. Allerdings zwangen die schmalen Terrassen zur Verwendung besonderer Gerinneformen — sie sind in dem beigefügten Längenprofil ersichtlich — und die Mulde mit Rutschgelände zur Ausführung sehr sorgfältig angelegter, weitläufiger Entwässerungen sowie von zwei langen Durchlässen. Letztere leiten die vorhandenen Bäche unter dem Kanal in das Alztal und sammeln auch die Abflüsse aller vorhandenen Schichtquellen. Um den Erfolg der Entwässerungsanlagen beobachten zu können, wurde diese Kanalstrecke erst im Jahre 1922 ausgebaut.

Die Ausführung der Stollen bot verhältnismäßig geringe Schwierigkeiten; drei davon verlaufen gänzlich in trockenen Schottern, der vierte durchörtert Flinz. Mit Ausnahme von Bauverzögerungen, die wiederholte Quelleneinbrüche beim Ein- und Ausgang des Stollen IV verursachten, ging auch hier die Arbeit glatt vonstatten.

Der trockene Flinz war so hart, daß stellenweise mit leichten Schüssen gearbeitet werden mußte; kommt er jedoch mit Wasser und Luft in Berührung, dann verwandelt er sich in einen Brei.

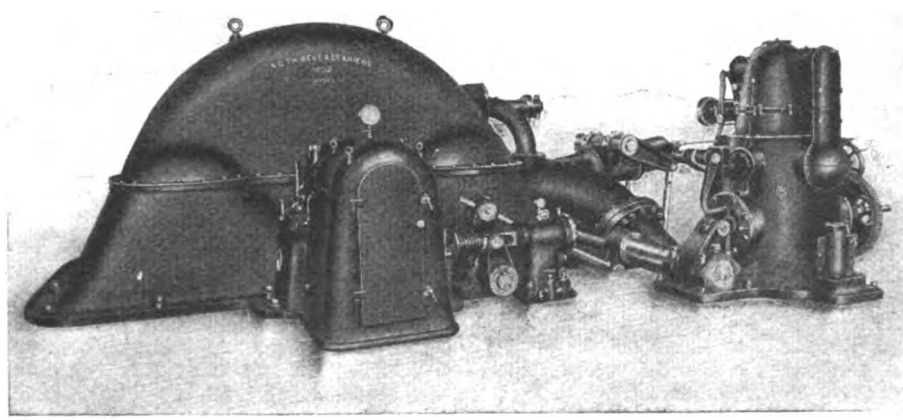
Der Vortrieb erfolgte nach einer neuartigen Bauweise, die dem Erfinder Ing. A. Kunz der Unternehmung Edwards & Hummel, A. Kunz, München, patentiert ist. Sie ermöglicht, das ganze Stollenprofil auf einmal auszubrechen und verwendet für Ausbruch und Mauerung nur eine Rüstung, die in den Hauptteilen aus Eisen besteht und immer wieder verwendet werden kann.[1])

Es hat sich allerdings im vorliegenden Falle als zweckmäßig erwiesen, nicht das ganze Stollenprofil auf einmal auszubrechen. Der Bauvorgang war vielmehr so, daß zuerst die obere Hälfte des Profiles ausgebrochen und betoniert bezw. gemauert wurde und dann die Widerlager in Stücken von zwei Meter Länge ausgehoben und betoniert wurden. Der übrigbleibende Kern bis zur Sohle konnte dann bequem und rasch unter Verwendung von Rollwagenzügen mit Lokomotivbetrieb entfernt werden. Den Schluß bildete die Betonierung der Sohle.

Die Aufbringung des Putzes mit Glattstrich im Mischungsverhältnis von 1 : 2 bis 1 : 3 wurde mit aller Sorgfalt

[1]) Bezüglich der Einzelheiten sei auf eine Abhandlung von Professor Dr. Konrad Pressel, München, verwiesen, die in der „Schweiz. Bauzeitung", Band 77, Jahrgang 1921 (Heft 9), erschienen ist. und von welcher auch Sonderabdrücke im Buchhandel erhältlich sind.

A. G. der Maschinenfabrik von **Theodor Bell & Co.** Kriens-Luzern. Gegründet 1855.



Peltonturbine von 10000 PS. Leistung bei 330 m Gefälle in der Zentrale Küblis der A.-G. Bündner Kraftwerke

In Betrieb: 3 Turbinen à 10000 PS. und 1 Turbine à 5000 PS.

Wasserturbinen, Präzisionsregler, kompl. hydraulische Anlagen — Maste u. Tragwerke für elektr. Leitungen.

Digitized by Google

durchgeführt, denn für einen dauernden Bestand des Stollens ist seine vollständige Wasserdichtheit erstes Gebot. Sollte Stollenwasser in das Gelände eindringen, dann sind bei dessen Beschaffenheit Setzungen mit all ihren unheilvollen Folgen bestimmt zu gewärtigen.

Die Verwendung des im Kraftwerke erzeugten Stromes für elektrochemische Erzeugnisse bringt es mit sich, daß in regelmäßigen, täglich zu gewärtigenden Zeiträumen eine oder mehrere Maschinengruppen auf kurze Zeit abgestellt werden oder zumindest ihre Leistung doch verringert wird. Das damit frei werdende Betriebswasser muß dann, ohne nützliche Arbeit zu leisten, in den Unterwasserkanal abgeleitet werden, soweit es nicht in dem 16 km langen Oberwasserkanal aufgespeichert werden kann. Diese Aufspeicherung ist aber begrenzt und im übrigen nur statthaft, als vorerst keine Unterlieger vorhanden sind, die ein Recht auf regelmäßigen Wasserbezug hätten.

Für die Ableitung des Überwassers im Wasserschlosse standen mehrere Lösungen zur Auswahl. Wohl wäre es möglich gewesen, das Betriebswasser bei Abstellungen im Werkkanale sich ausspiegeln zu lassen. Das Überwasser wäre dann durch Überfall und Saugheber bei Burgkirchen in die Alz zurückgeflossen. Die Lösung war zu teuer, die Oberkante des Überfalles bei Burgkirchen liegt auf Kote 416,0. Die Dammkronen zwischen Burgkirchen und Holzfeld hätten dann auf Kote 417,0 gegenüber

Fernsprech. 22496
Bauunternehmung
Rud. Wolle, München
Adelgundenstraße 5b 466
Leipzig,
Berlin, Dresden, Breslau
Beton-, Eisenbeton-, Tiefbau
Wasserkraftanlagen — Turbinen- u. Wehrbauten — Industriebauten
Staatspreis! Staatspreis!
Telegr. Betonwolle

Theatinerstr. 5 Telefon 22855
Adrian Brugger
München
Fachgeschäft für Mal- und Zeichenutensilien
454

Moderne Hydrometrische Instrumente
Michael Sendtner Akt.-Ges.
München 2
Schreibpegel, Elektr. Fernpegel, Flügel etc.
119/291

Bahr's Normograph

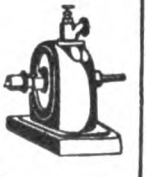
Schriftschablonen
D. R. P. für Industrie, Handel, Gewerbe
Korrekte Druckschrift
267 Prospekte kostenlos
P. Filler, Berlin S42

Zeichenpapiere, Detailzeichenpapiere, Oelpauspapiere, Naturpauspapiere, Millimeterpapiere etc.
kaufen Sie vorteilhaft bei
Ernst Bayer, München, Theresienstraße 19
Spezialgeschäft Techn. Papiere. 364
Verlangen Sie bemusterte Offerte!

Wasserturbinen
TURBINENHAAG
Nürnberg 16 429

Grundwasserabsenkungen
jeden Umfangs übernimmt, evtl. verleiht in Bayern freiwerdende Anlage von 25 Filterbrunnen, 200 bezw. 250 mm Saugleitungen, 2 Pumpen 250 und 2 Drehstrommotoren 50 PS. 447
Robert Zimmer Nachf., Berlin W 57.

Maffei-Turbinen
Öldruck-Regulatoren


baut seit Jahren
Maschinenbau-Anstalt **Grillenburg** Kempten Allgäu

Digitized by Google

414,75 der Ausführung erhöht, die lichten Stollenprofile entsprechend vergrößert oder die Stollen für Überdruck berechnet werden müssen.

Eine zweite Lösung war der Bau eines Kaskadenüberfalles beim Wasserschloß. Das steile, aus Geschieben bestehende Gelände erfordert eine sehr sorgfältige Größenbemessung und Gründung des Bauwerkes, denn sobald ein Überspritzen aus dem Gerinne auftritt, sind sofort Rutschungen zu gewärtigen. Aber auch die Berechnung der Kaskaden ist keine einfache Sache, die Theorie läßt hier im Stiche, man ist auf das praktische Gefühl angewiesen. Das führt wieder zu sehr reichlicher Größenbemessung und zu einem kostspieligen Bau.

Man griff daher zu der dritten Lösung, Ableitung des Überwassers in Rohrleitungen. Das gewählte System hat der Verfasser schon wiederholt bei Wasserkraftanlagen in der Schweiz, in Frankreich und in Bosnien zur Anwendung gebracht. Das Abwasser spritzt hierbei frei aus der Rohrleitung, die im untersten Teil horizontal verlegt ist, in ein Tosbecken und gelangt nach Überfließen von einem oder mehreren Überfällen in den Unterwasserkanal.

* * *

Die hydraulischen Berechnungen konnten in dieser Abhandlung keine Erwähnung finden, es ist jedoch beabsichtigt, im Jahre 1923 alle bezüglichen Verhältnisse eingehend zu untersuchen und die Ergebnisse zu veröffentlichen. Heute kann aber bereits gesagt werden, daß unsere Erwartungen, die wir in dieser Hinsicht gestellt haben, in der Wirklichkeit übertroffen worden sind.

* * *

Leider ist es dem eigentlichen Schöpfer der Anlage, Herrn Geheimrat Dr. phil. h. c. und Dr. jur. h. c. Alexander Ritter von Wacker versagt geblieben, die Inbetriebsetzung der Anlage zu erleben; er starb am 6. April 1922 in Schachen am Bodensee.

Infolge des grossen Umfanges dieser Nummer mussten verschiedene Artikel zurückgestellt werden!
Die Erwiderung des Herrn Dr. Mühlhofer auf die Ausführungen des Herrn Dr. E. v. Posch, Innsbruck, bringen wir in der nächsten Nummer. Die Schriftleitung.

Zur gefl. Beachtung!

Der heutigen Nummer liegt ein Prospekt der bekannten Firma Bopp & Reuther, Mannheim-Waldhof, betr. „Venturimesser" bei, auf den wir unsere Leser noch besonders aufmerksam machen.

Berichtigung.

„In Heft 10 ds. Jhrs., Seite 123 (Neuerungen für Klein-Wasserkraftanlagen) muss es auf Zeile 26 von oben statt „Brennregler" richtig heissen Bremsregler".

An unsere Leser!

„Die Wasserkraft" kostet im Juli Mk. 3000.—. Wir bitten unsere Leser, uns den Betrag unter Benützung der beiliegenden Zahlkarte sofort einzusenden.

Richard Pflaum Verlag A. G.

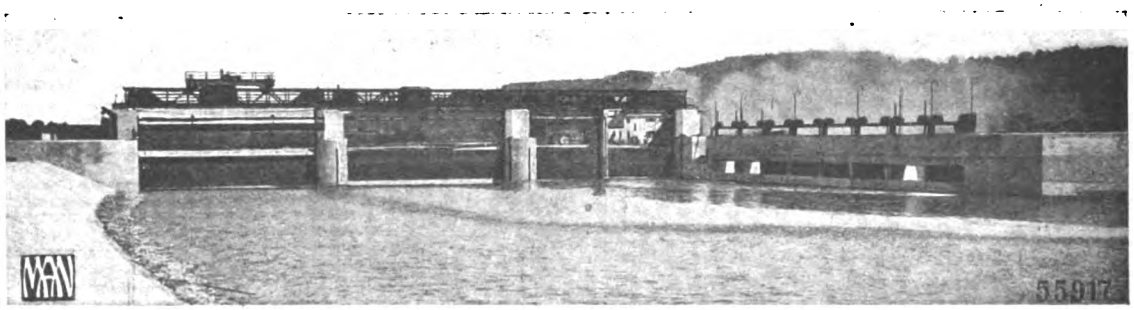
M A N

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AG

Eisenbauten für Wasserkraftanlagen

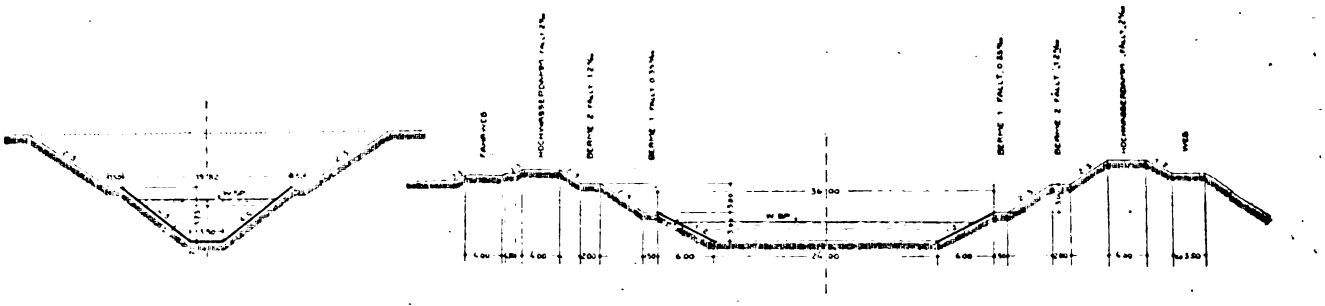
Wehrbauten jeder Art, insbesondere Walzenwehre, Patent-Doppelschützen, Dammbalken, Rechenanlagen und Rechenputzmaschinen, Krane jeder Art, Brücken, Krafthäuser, Druckrohrleitungen, Leitungsmaste, Dieselmotoren als Reserveanlagen usw.

Näheres enthalten M. A. N-Sonderdrucksachen W. A. 55.



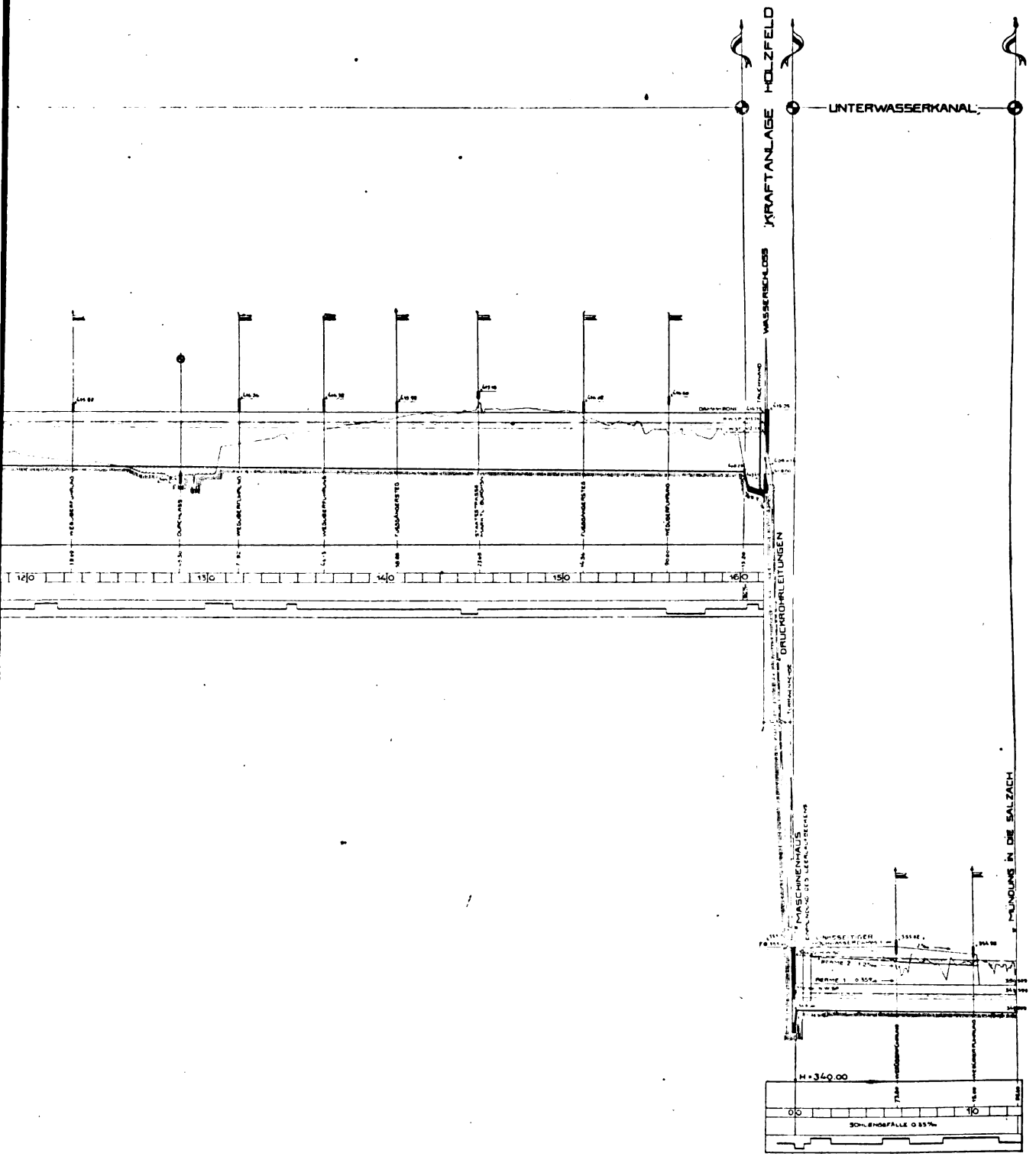
Wehranlage in der Alz bei Hirten.
2 Schützen je 20,0 m Lichtweite, 3,6 m Höhe; 2 Schützen je 9,7 m Lichtweite, 3,6 m Höhe. Einlaufbauwerk: 8 Schützen je 5,0 m Lichtweite, 1,9 m Höhe.

Digitized by Google



IM EINSCHNITT
BEI Km. 8.9

UNTERWASSERKANAL



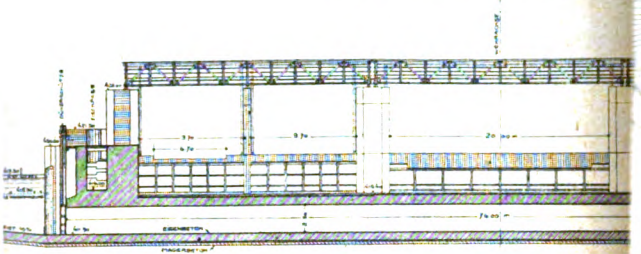
Digitized by Google

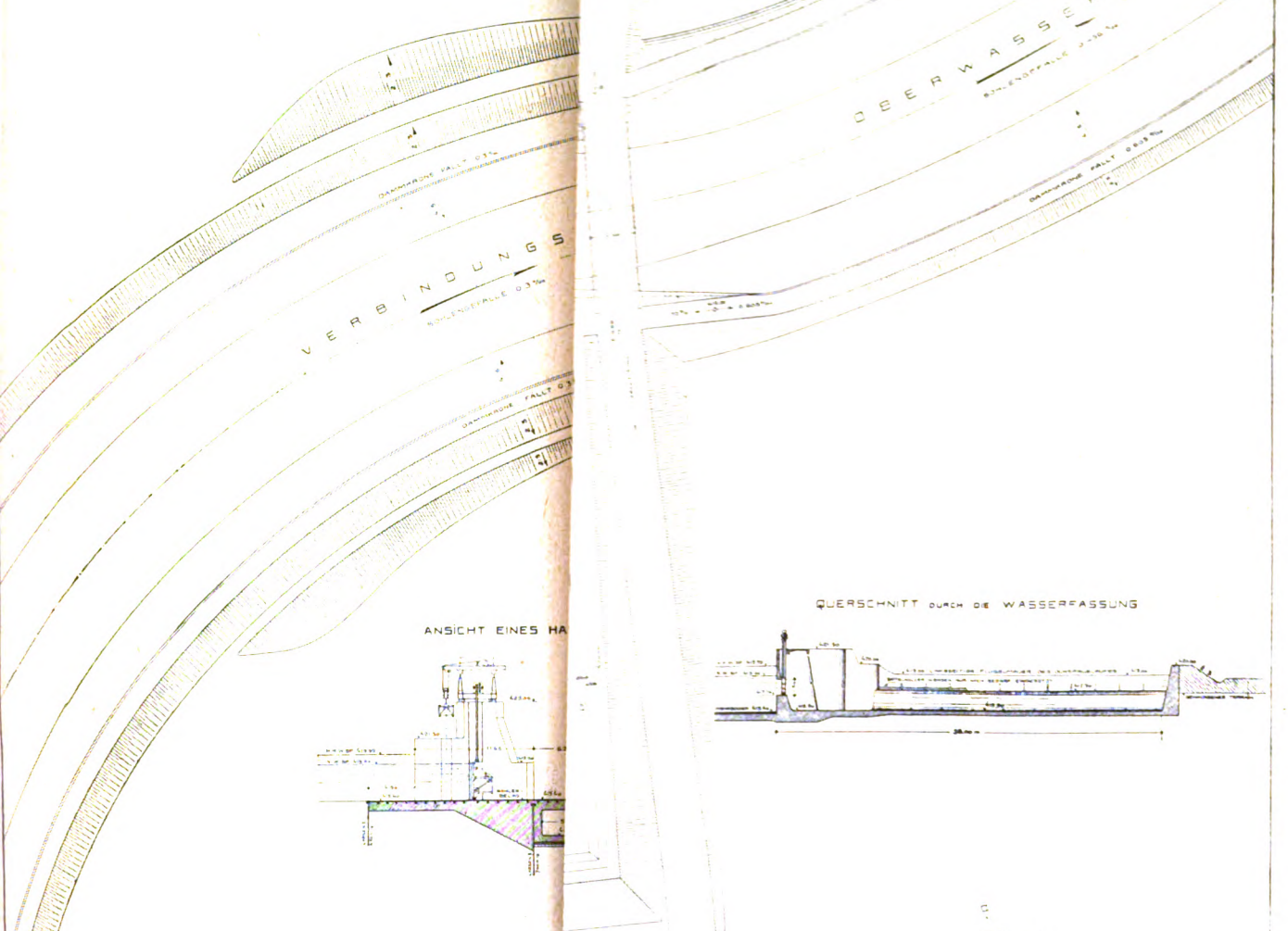
Digitized by Google

STAUWEHR H

LAGEPLAN

ANSICHT DES STAUWEHRES VON DER UNTER
MIT LÄNGSSCHNITT DURCH DEN DU

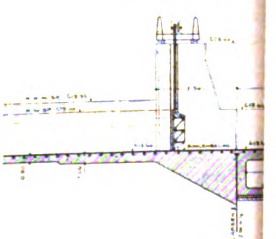




ANSICHT EINES HA

QUERSCHNITT DURCH DIE WASSERFASSUNG

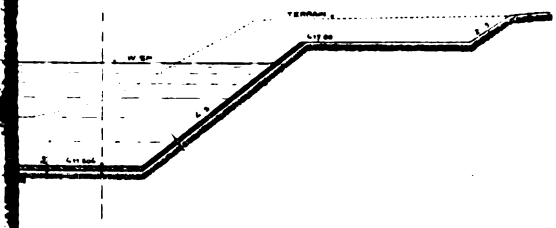
ANSICHT DES ZW



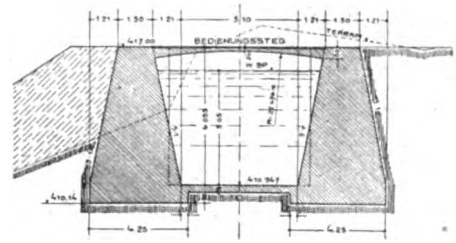
Digitized by Google

Digitized by Google

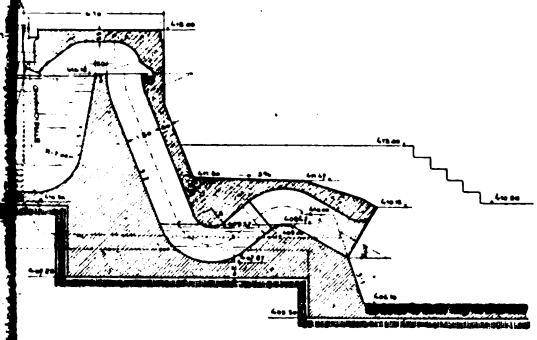
NITT BEI Km. 5.403.60



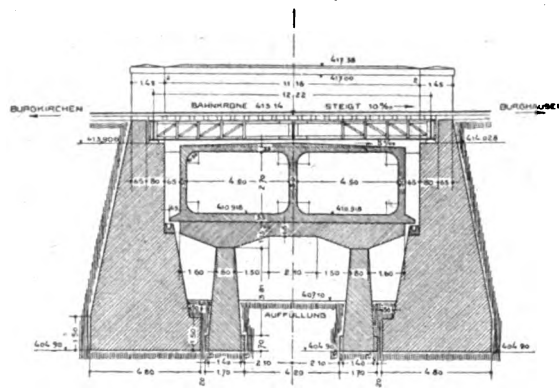
QUERSCHNITT BEIM BEDIENUNGSSTEG

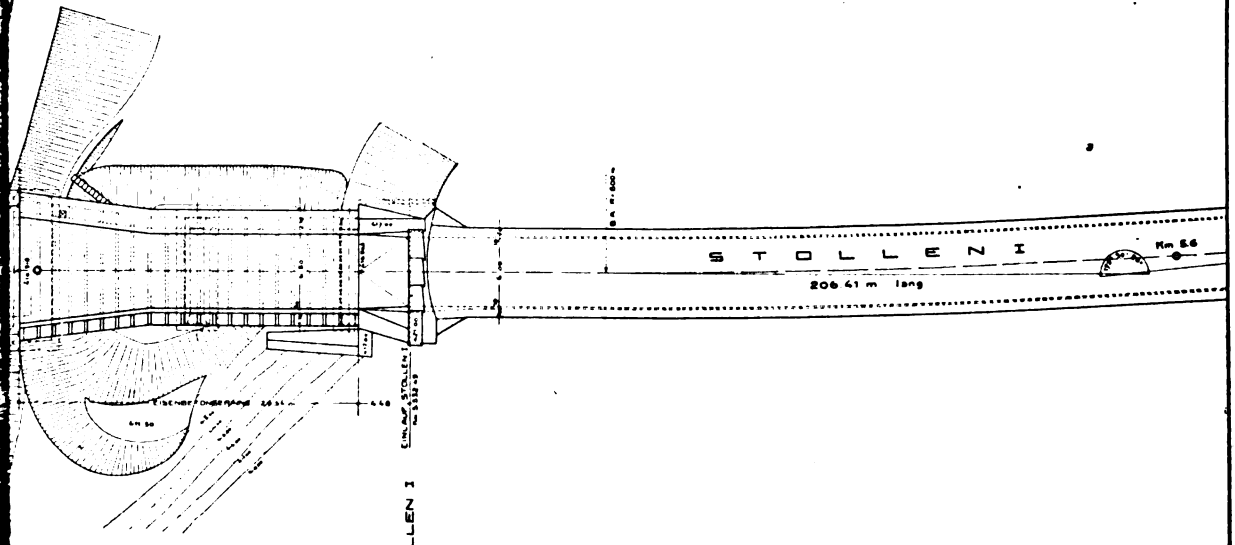


T DURCH DEN SAUGÜBERFALL
M HEYN" D. R. PATENT

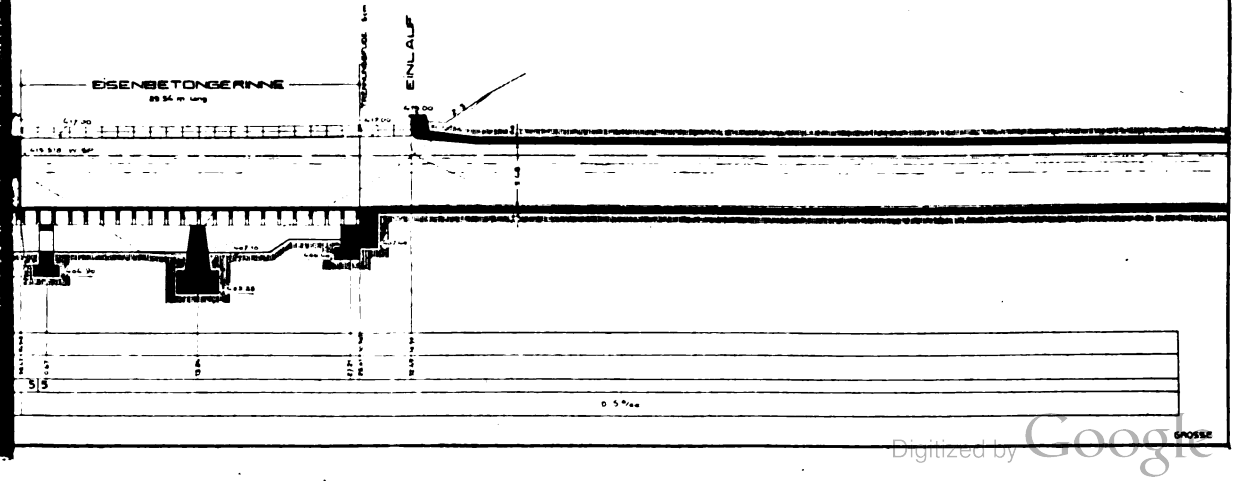


QUERSCHNITT DURCH DEN DÜKER





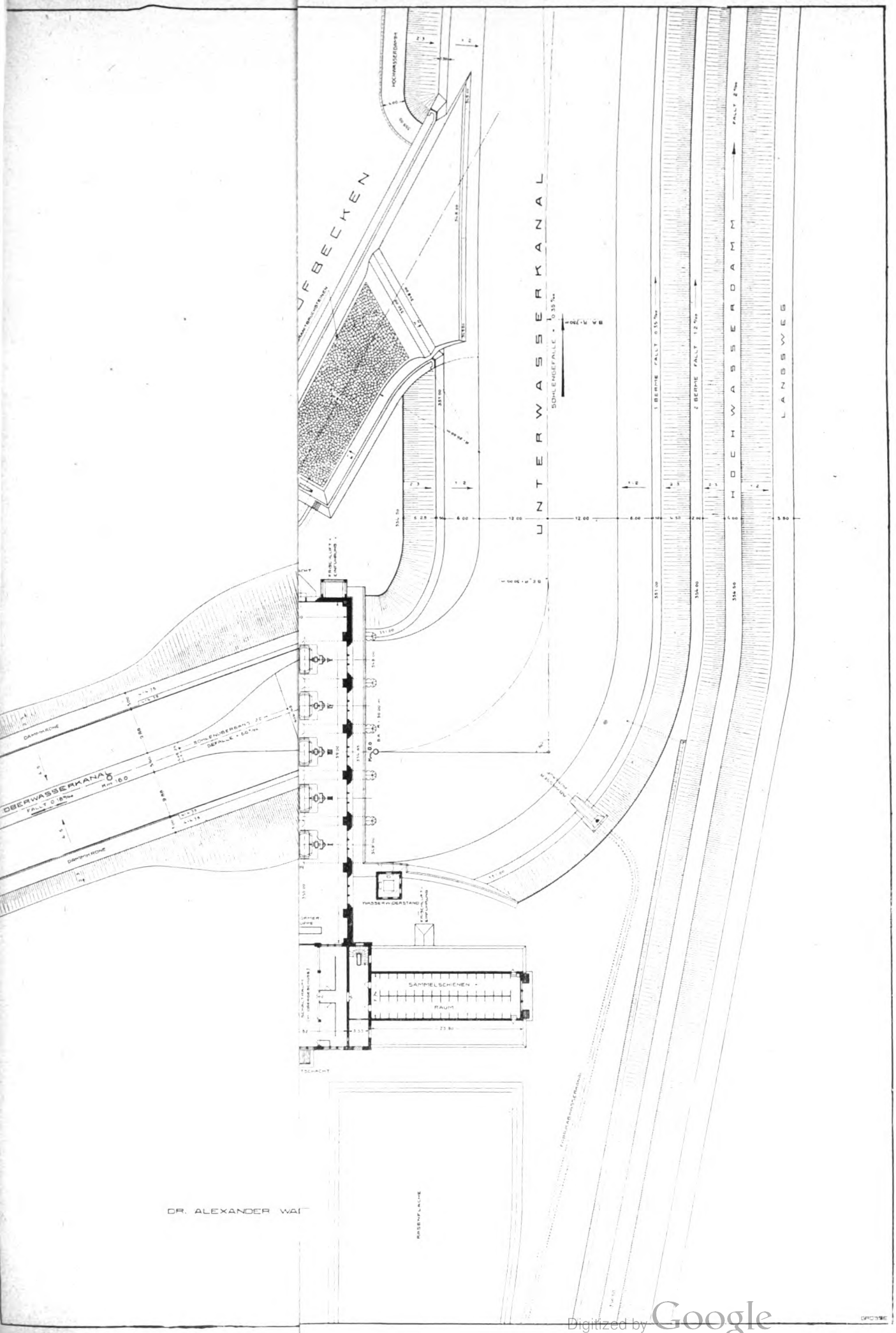
KANALACHSE



H = 400.00
SOHLENNOTE
KILOMETRIER
HEKTOMETE
SOHLENGEFÄ

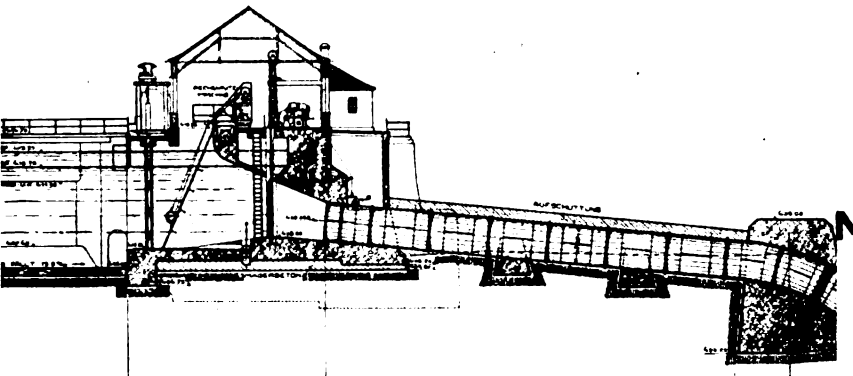
Digitized by Google

Digitized by Google

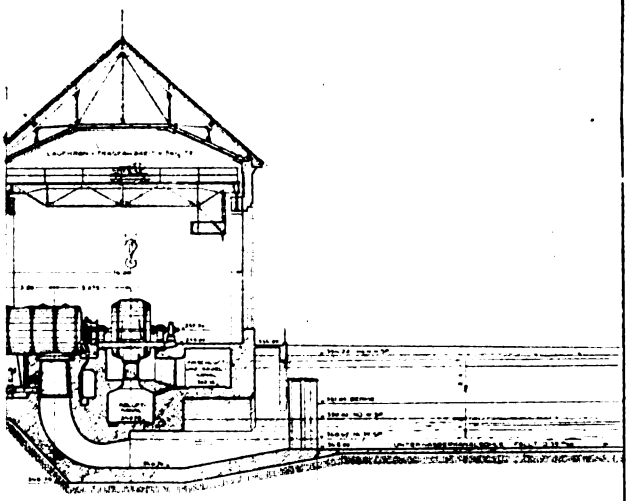


Digitized by Google

Digitized by Google

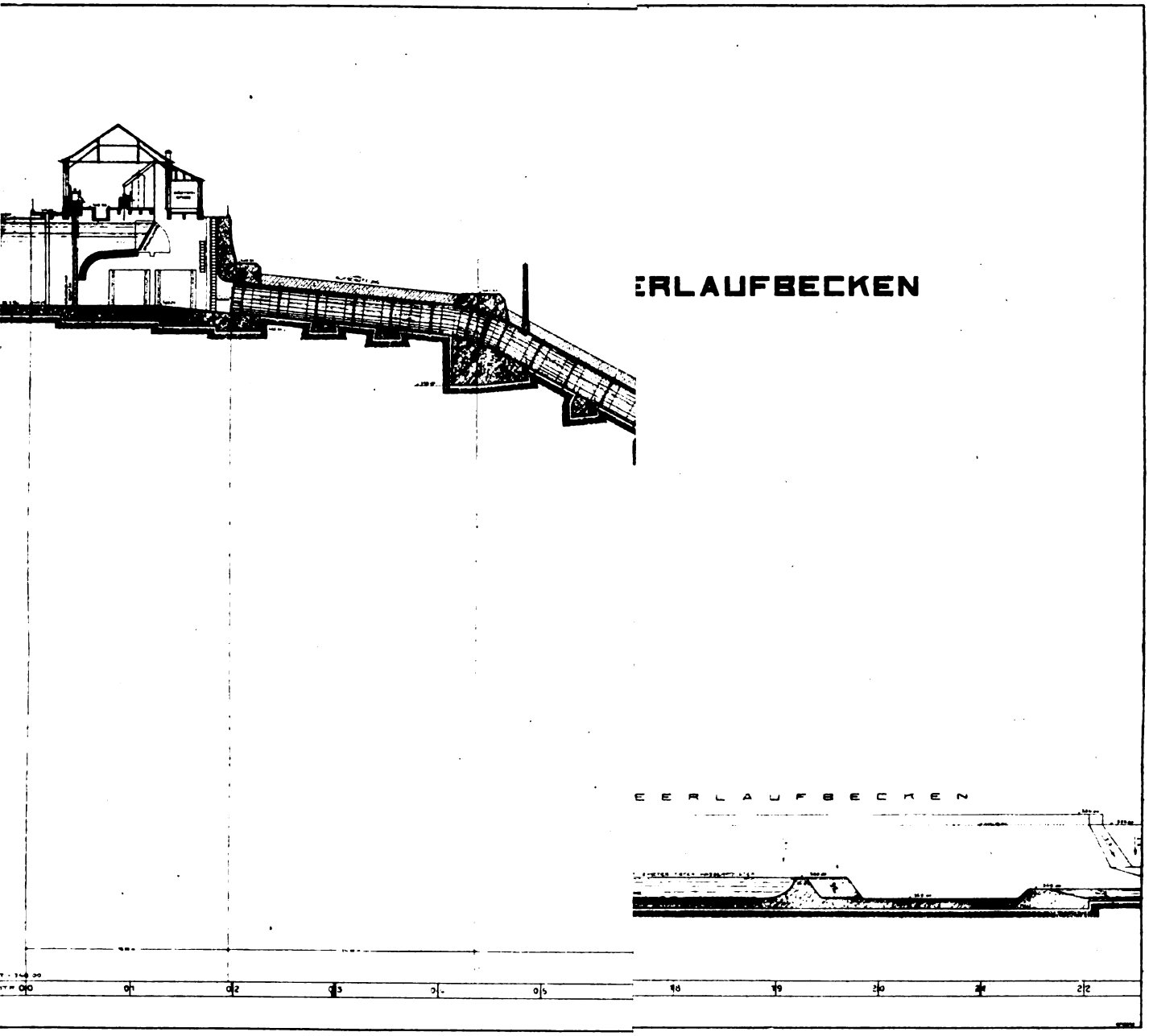


MASCHINENHAUS



Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 14 **München, 15. Juli 1923** **18. Jahrgang**

Zur Klarstellung der Spannungsverhältnisse in Druckstollen.

Eine Entgegnung auf den in der „Wasserkraft", Heft 12, vom 15. Juni 1923, erschienenen zweiten Teil der Abhandlung „Die Spannungsverhältnisse in Druckstollen" des Zivilingenieurs Dr. Erich v. Posch, Innsbruck.

Von Dr. Ludwig Mühlhofer,

Ingenieur der Bauunternehmung Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck.

A) Zur Einführung.

Im Heft 6 dieses Jahrganges der „Wasserkraft" veröffentlichte Zivilingenieur Dr. Erich v. Posch, Innsbruck, eine Abhandlung, „Die Spannungsverhältnisse in Druckstollen", worin er meiner Studie, „Die Berechnung kreisförmiger Druckschachtprofile unter Zugrundelegung eines elastisch-nachgiebigen Gebirges" [1]) schwerwiegende Unrichtigkeiten vorwirft und die Grundzüge einer neuen Theorie entwickelt, die folgendes lehrt:

Satz 1:

Wenn in einer unter allseitigem Druck stehenden Gebirgsmasse ein Stollen mit kreisförmigem Querschnitt ausgebrochen wird, so treten am Umfange des so geschaffenen Hohlraumes tangentiale Zugspannungen auf.

Satz 2:

Wird in einem an sich spannungslosen Gebirge ein Stollen mit kreisförmigem Profil ausgebrochen und in unverkleidetem Zustande mit Druckwasser gefüllt, so entstehen am Umfange des aufgefahrenen Hohlraumes tangentiale Druckspannungen.

Satz 3:

Die tangentialen Spannungen, die durch den Betriebsdruck in der Auskleidung eines Druckstollens hervorgerufen werden, sind Zug- oder Druckspannungen, je nachdem der Elastizitätsmodul des Stoffes, aus dem die Auskleidung besteht, größer oder kleiner ist, als der Elastizitätsmodul des die Auskleidung umgebenden Gebirges.

In meiner im Heft 8 dieses Jahrganges der „Wasserkraft" enthaltenen Entgegnung bin ich der Kritik, die v. Posch an meiner genannten Abhandlung übte, entgegengetreten und habe weiterhin auf die Unhaltbarkeit der neuen Theorie hingewiesen.

Meine Darlegungen scheinen aber doch nicht genug überzeugend gewesen zu sein, denn v. Posch veröffentlicht nun im Heft 12 dieses Jahrganges der „Wasserkraft" eine Fortführung seiner Abhandlung, worin er die in seiner ersten Studie nicht enthaltene mathematische Beweisführung für die Richtigkeit seiner Sätze 2 und 3 unternimmt; Satz 1 dagegen wird zwar nicht mehr verteidigt, aber auch noch nicht ganz aufgegeben. v. Posch sagt nämlich diesbezüglich, er sei zu den Schlußfolgerungen dieses Satzes durch eine Anmerkung von A. Leon und F. Willheim verleitet worden, welche angeblich ausdrücklich schreiben[2]), „daß sich durch den Ausbruch des Hohlraumes sogar Partien bilden können, die beträchtliche Zugspannungen aufweisen. An Experimenten haben wir das Auftreten von Zugrissen wiederholt beobachtet. Das Entstehen der Zugrisse hat eine teilweile Entlastung der gedrückten Teile zur Folge: das Profil des Hohlraumes wird ungefährlicher". Durch diese Wortwiedergabe und die weitere Bemerkung v. Poschs, „es ist immerhin möglich, daß hier falsche Schlußfolgerungen vorliegen", entsteht der Anschein, als ob auch durch A. Leon und F. Willheim die Anschauung vertreten werde, die tangentialen Spannungen, welche bei allseitigem Druck im Gebirge zustande kommen, seien — wenigstens unter gewissen Verhältnissen — Zugspannungen. Dem ist aber nicht so; der oben angeführte Wortlaut ist nämlich unvollständig, denn vor dem Satzteil, „die beträchtliche Zugspannungen aufweisen", steht im Original die Einschaltung „— besonders bei einseitigem Druck —"[3]), die im Zitat unterdrückt ist. Bei einseitigem Druck entstehen tatsächlich tangentiale Zugspannungen; diese treten auch dann noch auf, wenn senkrecht zur ersten Druckrichtung gleichfalls ein Druck wirkt, jedoch nur solange, als letzterer kleiner ist als ein Drittel des ersteren. Wird der Seitendruck größer als ein Drittel des lotrechten Druckes, dann sind die tangentialen Spannungen immer Druckspannungen; sie sind es daher auch bei allseitigem Druck, denn in diesem Falle sind ja die in den beiden Richtungen wirkenden Drücke einander gleich[4]). Gerade für den Fall des allseitigen Druckes aber hat v. Posch in seinem Satz 1 das Zustandekommen von Zugspannungen behauptet und sich hierbei auf die Arbeiten von A. Leon und F. Willheim berufen. Für allseitigen Druck stellen jedoch die beiden Forscher ausdrücklich fest: „Zugzonen sind nicht vorhanden"[5]).

Daß v. Posch die mathematische Begründung seiner Sätze 2 und 3 veröffentlicht, ist zu begrüßen, ergibt sich doch dadurch die Möglichkeit, deren Unrichtigkeit nunmehr auch im Wege der Rechnung aufzuzeigen.

B) Widerlegung der mathematischen Beweisführung v. Poschs.

I. Widerlegung des Satzes 2.

1. Als ersten Beweis gegen die Gültigkeit der Spannungsgleichungen, die durch den Übergang von den Formeln für die dickwandige Röhre auf die unendlich ausgedehnte gelochte Scheibe erhalten werden, führt v. Posch an, daß diese Spannungen im Widerspruch mit der aus ihnen abzuleitenden Änderung des Gesamtvolumens stünden.

Hiezu sei folgendes bemerkt:

Für eine Röhre vom Innenhalbmesser a_1 und vom Außenhalbmesser a_2, die von innen gleichmäßig mit dem

[1]) Zeitschrift des Österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1921 (S. 101).

[2]) R. Leon und F. Willheim, „Über die Zerstörungen in tunnelartig gelochten Gesteinen, II. Teil", Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1912, Heft 16.

[3]) R. Leon und F. Willheim „Über die Zerstörungen in tunnelartig gelochten Gesteinen, II. Teil", Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1912, Heft 16 (S. 6 des Sonderabdruckes).

[4]) R. Leon und F. Willheim, „Über die Zerstörungen in tunnelartig gelochten Gesteinen", Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1910 (S. 4 und 5 des Sonderabdruckes).

[5]) R. Leon und F. Willheim, „Über die Zerstörungen in tunnelartig gelochten Gesteinen, II. Teil", Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1912, Heft 16 (S. 15 des Sonderabdruckes).

Digitized by Google

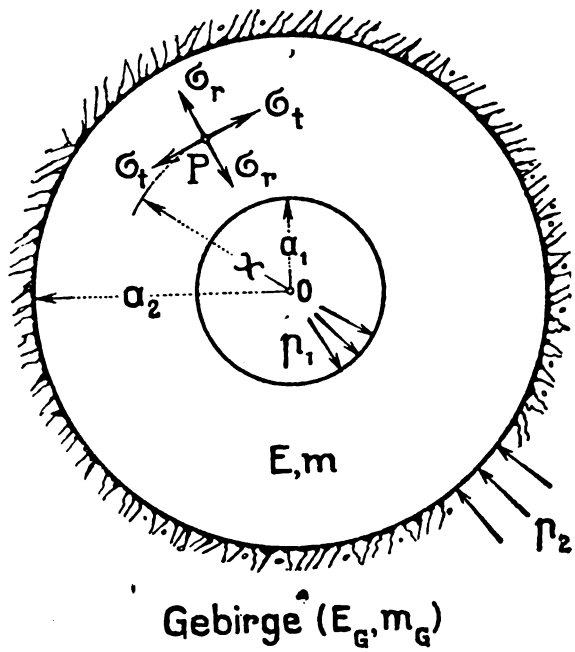


Abbildung 1.

Druck p_1 und von außen in derselben Weise mit dem Druck p_2 belastet ist (Abb. 1), beträgt die tangentiale Spannung im Punkte P, der von der Rohrachse den Abstand x besitzt, bekanntlich

$$\sigma_t = \frac{\left[p_1 - \left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 \cdot p_2\right] - \left(\frac{a_2}{x}\right)^2 \cdot \left[p_2 - p_1\right]}{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 - 1} \quad \ldots (1)$$

Die radiale Spannung hingegen ergibt sich für denselben Punkt mit[6])

$$\sigma_r = \frac{\left[p_1 - \left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 \cdot p_2\right] + \left(\frac{a_2}{x}\right)^2 \cdot \left[p_2 - p_1\right]}{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 - 1} \quad . (2)$$

Zugspannungen haben hierbei und im folgenden positives, Druckspannungen negatives Vorzeichen.

Für den Fall, daß nur der Innendruck p_1 allein wirkt, der Außendruck p_2 also gleich Null ist, gehen Gl. 1) und 2) in

$$\sigma_t = \frac{\left[1 + \left(\frac{a_1}{x}\right)^2\right]}{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 - 1} \cdot p_1 \quad \ldots (3)$$

und

$$\sigma_r = \frac{\left[1 - \left(\frac{a^2}{x}\right)^2\right]}{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 - 1} \cdot p_1 \quad \ldots (4)$$

über.[7])

Die Spannungen für die unendlich ausgedehnte gelochte, von innen mit dem Druck p_1 belastete Scheibe werden endlich erhalten, indem man in den Gl. 3) und 4) den Außenhalbmesser $a_2 = \infty$ setzt, wodurch sich die Gleichungen

$$\sigma_t = + \left(\frac{a^2}{x}\right)^2 \cdot p_1 \quad \ldots (5)$$

und

$$\sigma_r = - \left(\frac{a_1}{x}\right)^2 \cdot p_1 \quad \ldots (6)$$

ergeben.[8])

Den Gl. 5 und 6) zufolge sind die bei einem unausgekleideten Druckstollen im Gebirge auftretenden tangentialen Spannungen σ_t stets positiv, also Zug, während die radialen Spannungen σ_r immer negativ, mithin als Druck, gefunden werden.

Die Gl. 5) und 6) sind es nun, die v. Posch vor allem als unzulässig bezeichnet. Hierbei stützt er sich darauf, daß die Volumsänderung der Volumseinheit bei Verwendung der durch diese Gleichungen ausgedrückten Spannungen den Wert Null annimmt, woraus dann weiterhin, wie ich zu zeigen habe, ein ganz und gar unzutreffender Schluß gezogen wird, aus dem sich schließlich der unrichtige Satz 2 herleitet.

Bei dem in den drei betrachteten Fällen vorliegenden zweiachsigen Spannungszustand betragen die bezogenen Längenänderungen in tangentialer, radialer und achsialer Richtung mit E als Elastizitätsmodul und m als Querdehnungszahl des Materials der Röhre bekanntlich[9])

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_t &= \frac{1}{E} \cdot \left(\sigma_t - \frac{\sigma_r}{m}\right) \\ \varepsilon_r &= \frac{1}{E} \cdot \left(\sigma_r - \frac{\sigma_t}{m}\right) \\ \varepsilon_a &= -\frac{1}{mE} \cdot \left(\sigma_t + \sigma_r\right) \end{aligned}\right\} \quad \ldots (7)$$

Verlängerungen sind positiv, Verkürzungen negativ.

Die Volumsänderung der Volumseinheit ergibt sich dann in üblicher Weise mit

$$e = \varepsilon_t + \varepsilon_r + \varepsilon_a = \frac{m-2}{mE} \cdot (\sigma_t + \sigma_r) \quad \ldots (8)$$

Volumsvergrößerungen zeigen positives, Volumsverkleinerungen negatives Vorzeichen.

Um nun die Volumsänderung des in Abb. 2 schraffierten Teilchens der dort dargestellten, mit der Länge l angenommenen dickwandigen Röhre zu bestimmen, hat man das Volumen dieses Teilchens, $(x\,dx)\cdot dx \cdot l$, mit e zu multiplizieren. Die Änderung des Gesamtvolumens wird dann gefunden, indem man das erwähnte Produkt zunächst zwischen den Grenzen a_1 und a_2 nach x und hierauf zwischen den Grenzen Null und 2π nach α integriert.

Im Falle der unendlich ausgedehnten gelochten Scheibe ergibt sich nun wegen der Gl. 5) und 6), denen zufolge $\sigma_t = -\sigma_r$ ist, für e der Wert Null. Daraus folgert nun v. Posch, daß auch das in der angegebenen Weise zu bestimmende Integral gleich Null werde und das Gesamtvolumen der Scheibe somit unverändert bleibe. Dabei ist aber gemäß der tiefer unten angegebenen Gl. 19) $\varrho_2 = 0$, d. h., der Außenhalbmesser der Scheibe erfährt unter der Wirkung des Innendruckes keine Verlängerung; ebenso wird auch wegen Gl. 7), sowie 5) und 6) $\varepsilon_a = 0$, d. h., eine Längenänderung in achsialer Richtung tritt nicht ein. v. Posch zieht nun weiter den Schluß, daß wegen des von ihm behaupteten Gleichbleibens des Volumens der Gesamtmasse auch der Innenhalbmesser unverändert bleiben müßte, was aber wieder der durch Versuche festgestellten Tatsache widerspricht, daß das Gestein unter dem Innendruck eine meßbare Zurückdrängung erfährt. Die tatsächlich auftretenden Spannungen könnten daher, meint v. Posch, unmöglich die durch die Gl. 5) und 6) ausgedrückten sein; die wirklichen Spannungen müßten vielmehr solche Beschaffenheit aufweisen, daß sie eine Verkleinerung des Gesamtvolumens der Gesteinsmasse hervorrufen, was letzten Endes zur Voraussetzung mache, die tangentialen Spannungen seien nicht Zug-, son-

[6]) A. Föppl, „Vorlesungen über technische Mechanik", V. Bd., Leipzig 1907 (S. 82).

[7]) A. Föppl, „Vorlesungen über technische Mechanik", III. Bd., Leipzig 1918 (S. 325).

[8]) Vergl. z. B. F. Willheim und A. Leon, „Über die Verteilung der Spannungen im Innern von elastischen Körpern", Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1913, Heft 19/20, wo dieser Grenzübergang (S. 15 des Sonderabdruckes) durchgeführt erscheint; auf anderem Wege abgeleitet finden sich die angegebenen Formeln in derselben Arbeit unter Gl. 7) (S. 10 des Sonderabdruckes).

[9]) A. Föppl, „Vorlesungen über technische Mechanik", III. Bd., Leipzig 1918 (S. 51).

Digitized by Google

dern eben Druckspannungen. Welche Größe diese aufweisen sollen, wird nicht gesagt, wie denn die ganze Abhandlung keine einzige Gleichung enthält, die eine Abschätzung der Spannungen — sei es für das Gebirge, sei es für die Stollenauskleidung — ermöglichen würde.

Nun, der Trugschluß, der in der Beweisführung v. Poschs steckt, ist rasch aufgedeckt. Zunächst folgt aus den Gl. 1) und 2), 3) und 4) sowie 5) und 6), daß $(\sigma_t + \sigma_r)$ in allen drei betrachteten Fällen von x unabhängig ist; e, die Volumsänderung der Volumseinheit, stellt daher wegen Gl. 8) eine Konstante dar. Um die Änderung ΔV des Gesamtvolumens zu bestimmen, ist es daher nicht notwendig, von der Integralrechnung Gebrauch zu machen und die angedeutete Integration durchzuführen, vielmehr kann ΔV in einfacher und übersichtlicher Weise als das Produkt der Volumsänderung e der Volumseinheit mit dem Gesamtvolumen V der betrachteten Röhre oder Scheibe angeschrieben werden. Für letzteres gilt gemäß Abb. 2 die Gleichung

$$V = (a^2_2 - a_1^2)\,\pi \cdot 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

so daß dann die gesuchte Änderung des Gesamtvolumens durch

$$\Delta V = \left[\frac{m-2}{m\,E} \cdot (\sigma_t + \sigma_r)\right] \cdot \left[(a^2_2 - a^2_1)\,\pi \cdot 1\right] \quad \ldots\ldots (10)$$

ausgedrückt erscheint.

Es ist nun richtig, daß im Falle der unendlich ausgedehnten Scheibe wegen Gl. 5) und 6) der Faktor

$$\left[\frac{m-2}{m\,E} \cdot (\sigma_t + \sigma_r)\right] = 0$$

ist; gleichzeitig ergibt sich aber wegen $a_2 = \infty$ für den Faktor $[(a_2^2 - a_1^2)\,\pi \cdot 1]$ der Wert Unendlich, womit $= 0 \,.\, \infty$ wird, also eine unbestimmte Form annimmt, weshalb es nicht angeht, ΔV ohne nähere Untersuchung einfach gleich Null zu setzen, wie dies v. Posch tut.

Daß letzterer Vorgang nicht eingeschlagen werden darf, zeigt sich sofort, wenn man den Wert dieser unbestimmten Form bestimmt. Dies geschieht am einfachsten dadurch, daß man Gl. 10) zunächst für die Röhre von endlicher Wandstärke, also unter Verwendung der Spannungen nach Gl. 3) und 4), aufstellt, die in Gl. 10) angedeutete Multiplikation durchführt und sich vornimmt, das so erhaltene Ergebnis schließlich für $a_2 = \infty$ zu versondern. Man findet auf diese Weise vorerst

$$\Delta V = \frac{m-2}{m\,E} \cdot \frac{2}{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 - 1} \cdot p_1\,(a^2_2 - a^2_1)\,\pi$$

und nach durchgeführter Kürzung

$$\Delta V = \frac{m-2}{m\,E} \cdot 2\,a^2_1\,\pi\,p_1 \quad \ldots\ldots (11)$$

Um den entsprechenden Wert für die unendlich ausgedehnte gelochte Scheibe zu erhalten, hätte man nun in Gl. 11) den Außenhalbmesser $a_2 = \infty$ einzuführen, doch zeigt es sich, daß a_2 in Gl. 11) gar nicht vorkommt und letztere somit für jede beliebige Wandstärke, also auch für die unendlich ausgedehnte gelochte Scheibe, gilt. ΔV ist daher für diese nicht gleich Null, wie v. Posch behauptet, und damit fallen natürlich auch alle an diese Behauptung geknüpften Schlußfolgerungen!

Das erhaltene Ergebnis leuchtet ohne weiters ein, wenn man beachtet, daß bei geringen Wandstärken σ_t gegenüber σ_r an Größe bedeutend überwiegt, und e wegen Gl. 8) verhältnismäßig groß ist, wogegen sich für V nach Gl. 9) ein verhältnismäßig geringer Betrag ergibt. Mit zunehmender Wandstärke nähert sich der absolute Wert von σ_t immer mehr und mehr dem von σ_r, e wird also kleiner, dafür aber wächst V. Das Produkt $\Delta V = e \cdot V$, d. i. die Änderung des Gesamtvolumens, bleibt dabei, wie die Rechnung zeigt, stets gleich groß.

Einen hübschen Vergleichsfall bietet folgende Betrachtung:

Ein Stab von der Länge L, der Breite B und der Dicke 1 werde in der Richtung von L mit einer Kraft Q gezogen. Der Elastizitätsmodul des Stoffes, aus dem der Stab besteht, sei E, die Querdehnungszahl m. Für den hier vorliegenden einachsigen Spannungszustand beträgt die Volumsänderung der Volumseinheit[10])

$$e = \frac{m-2}{m\,E} \cdot \frac{Q}{B \cdot 1} \quad \ldots\ldots (12)$$

Das Gesamtvolumen des Stabes ist

$$V = B \cdot 1 \cdot L \quad \ldots\ldots (13$$

und die gesamte Volumsänderung daher

$$\Delta V = e \cdot V = \frac{m-2}{m\,E} \cdot Q\,L \quad \ldots\ldots (14)$$

Auch hier erweist sich ΔV als unabhängig vom Stabquerschnitt, denn die Stabbreite B kommt in Gl. 14) nicht vor.

Der Vergleich läßt sich aber noch weiter fortführen:

Denkt man sich nämlich den Stab zu einer Röhre von der Länge l, der Wandstärke B und dem Innenhalbmesser a_1 zusammengedreht und an seinen Enden verschweißt, wobei der Innenumfang $L = 2\,\pi\,a_1$ beträgt, und belastet diese Röhre mit einem gleichmäßig verteilten Innendruck p_1, so bringt dieser eine Ringzugkraft Q hervor, für die aus Gründen des Gleichgewichtes die Beziehung $Q = a_1\,p_1$ gilt. Setzt man nun die obigen Ausdrücke für L und Q in Gl. 14) ein, so geht diese in die auf ganz anderem Wege erhaltene Gl. 11) über. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß der angegebene Vorgang als eine strenge Ableitung der Gl. 11) aufgefaßt werden dürfe, vielmehr handelt es sich nur, wie schon angedeutet, um die Beibringung eines einfachen Vergleichsfalles.

Da v. Posch im weiteren Verlaufe seiner Ausführungen auch die Richtigkeit der im nachstehenden angegebenen Gl. 18), durch die die radiale Zurückdrängung des Gebirges ausgedrückt erscheint, bestreitet, sei noch gezeigt, daß Gl. 11) selbstverständlich auch in voller Übereinstimmung mit jenem Ausdrucke für die Änderung des Gesamtvolumens steht, der sich auf Grund der radialen und achsialen Dehnungen ergibt.

Die Verschiebung ϱ, die ein Punkt P einer Röhre von endlicher Wandstärke erfährt, wenn diese von innen mit dem Druck p_1 und von außen mit dem Druck p_2 belastet

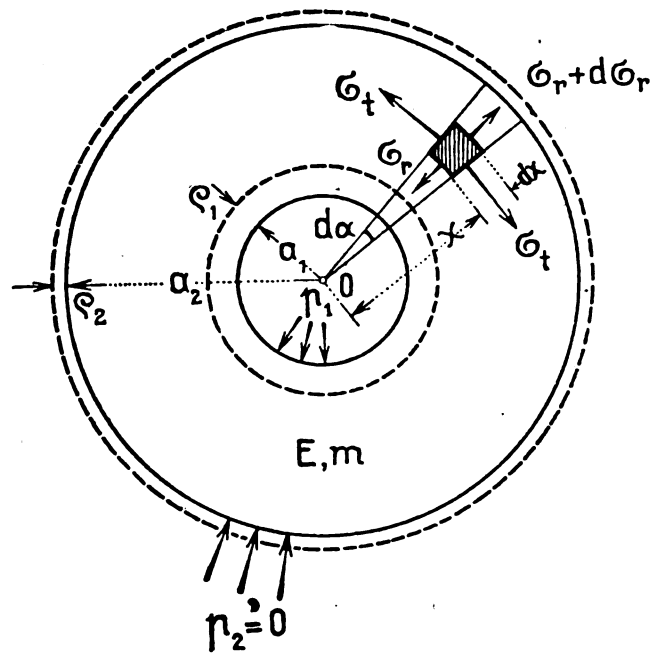


Abbildung 2.

[10]) H. Föppl, „Vorlesungen über technische Mechanik", III. Bd., Leipzig 1918 (S. 51).

Digitized by Google

wird, beträgt mit den früheren, aus Abb. 1 ersichtlichen Bezeichnungen

$$\varrho = \frac{a^2_1}{x} \cdot \frac{1}{E} \cdot \frac{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2}{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 - 1} \cdot \left\{ \left[\frac{m+1}{m} + \frac{m-1}{m}\left(\frac{x}{a_2}\right)^2 \right] p_1 - \left[\frac{m+1}{m} + \frac{m-1}{m}\left(\frac{x}{a_1}\right)^2 \right] p_2 \right\} \quad (15)$$

Verlängerungen haben positives, Verkürzungen negatives Vorzeichen.

Wird die betrachtete Röhre von endlicher Wandstärke nur von innen belastet, ist also $p_2 = 0$. so nimmt Gl. 15) die Form

$$\varrho = \frac{a^2_1}{x} \cdot \frac{1}{E} \cdot \frac{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2}{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 - 1} \left[\frac{m+1}{m} + \frac{m-1}{m}\left(\frac{x}{a_2}\right)^2 \right] p_1 \quad (16)$$

an.[11])

Für die unendlich ausgedehnte gelochte, von innen mit p_1 gedrückte Scheibe endlich geht Gl. 16) durch Einführung von $a_2 = \infty$ über in[12])

$$\varrho = \frac{a^2_1}{x} \cdot \frac{m+1}{m\,E} \cdot p_1 \quad \ldots\ldots (17)$$

Für den Innenrand, also an der Stelle $x = a_1$, folgt aus Gl. 17) für ϱ der Sonderwert

$$\varrho_1 = \frac{m+1}{m\,E} \cdot a_1\, p_1 \quad \ldots\ldots\ldots (18)$$

für den Außenrand, also an der Stelle $x = a_2 = \infty$ hingegen

$$\varrho_2 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

Die bezogene Längenänderung ε_a für die achsiale Richtung ist schon in Gl. 7) ausgewiesen.

Auch bei der nunmehr anzuwendenden Art der Bestimmung der Änderung des Gesamtvolumens empfiehlt es sich, zwecks Vermeidung unbestimmter Formen die Entwicklung zunächst für eine mit dem Innendruck p_1 belastete Röhre von endlicher Wandstärke durchzuführen, um hierauf das gefundene Ergebnis für die in der gleichen Weise belastete unendlich ausgedehnte gelochte Scheibe durch Versonderung mit $a_2 = \infty$ herzuleiten, falls sich eine solche Versonderung noch als notwendig erweisen sollte.

Das Volumen der in Abb. 2 dargestellten Röhre beträgt bei der angenommenen Länge von 1 vor der Formänderung

$$V_1 = (a^2_2 - a^2_1)\,\pi \cdot 1 \quad \ldots\ldots (20)$$

Das nach der Formänderung vorhandene Volumen V_2 dagegen setzt sich aus zwei Gliedern zusammen wie folgt:

Das eine Glied stellt die Volumsänderung infolge der radialen Dehnung dar und erscheint durch den Ausdruck $[(a_2+\varrho_2)^2-(a_1+\varrho_1)^2]\pi \cdot 1$ gegeben. Nach Ausführung der Quadrate und Unterdrückung der von zweiter Ordnung kleinen Glieder ϱ^2_1 und ϱ^2_2 erhält man hiefür den Wert $[(a^2_2-a^2_1)+2(a_2\varrho_2-a_1\varrho_1)]\,\pi$. Hierin sind ϱ_1 und ϱ_2 durch Versonderung der Gl. 16) für die Stellen $x = a_1$ und $x = a_2$ zu bestimmen. Damit geht der frühere Ausdruck über in die Form $\left[(a^2_2 - a^2_1)\,\pi + \frac{m-1}{m\,E} \cdot 2\,a^2_1\,\pi\,p_1\right]$.

Das andere Glied rührt von der achsialen Dehnung her und ist, zunächst für das in Abb. 2 schraffiert dargestellte Teilchen ermittelt, gleich dem Produkte aus der Querschnittsfläche $(x\ da).dx$ des Teilchens und seiner achsialen Gesamtlängenänderung $1 \cdot \varepsilon_a$. Um den entsprechenden Wert für den ganzen Röhrenquerschnitt zu erlangen, ist dieses Produkt zunächst zwischen den Grenzen a_1 und a_2 nach x und hierauf zwischen den Grenzen Null und $2\,\pi$ nach α zu integrieren. Nun erweist sich aber auch hier die Anwendung der Integralrechnung als nicht erforderlich, weil ε_a wegen der Gl. 7) sowie 3) und 4) eine unveränderliche Größe darstellt. Das von der achsialen Längenänderung herrührende Glied der Änderung des Gesamtvolumens ergibt sich daher einfach als das Produkt aus der gesamten Querschnittsfläche $(a^2_2 - a^2_1)\,\pi$ und der gesamten achsialen Längenänderung $1 \cdot \varepsilon_a$. Wird ε_a gemäß Gl. 7) sowie 3) und 4) eingeführt, so findet man für dieses Produkt den Ausdruck $-(a^2_2 - a^2_1)\,\pi \cdot \frac{1}{m\,E} \cdot \frac{2}{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 - 1} \cdot p_1$, der nach vorgenommener Kürzung den Wert

$$-\frac{1}{m\,E} \cdot 2\,a^2_1\,\pi\,p_1$$ liefert.

Das gesamte Volumen der betrachteten Röhre nach der Formänderung ist daher gleich der Summe der beiden oben ermittelten Glieder und beträgt somit

$$V_2 = \left[(a^2_2 - a^2_1)\,\pi + \frac{m-2}{m\,E} \cdot 2\,a^2_1\,\pi\,p_1\right] \quad \ldots\ldots (21)$$

Die gesuchte Änderung des Gesamtvolumens ergibt sich dann mit

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \frac{m-2}{m\,E} \cdot 2\,a^2_1\,\pi\,p_1 \quad \ldots\ldots\ldots (22)$$

Dies ist nun genau derselbe Ausdruck, wie er unter Gl. 11) gefunden wurde. Auch hier erweist sich eine Versonderung mit $a_2 = \infty$ als unnötig, weil ΔV den Außenhalbmesser a_2 gar nicht enthält.

Die Übereinstimmung der Änderung des Gesamtvolumens mit der radialen Zurückdrängung des Innenrandes ist damit auch für die unendlich ausgedehnte gelochte Scheibe dargetan.

Der Versuch v. Posch's, die Theorie der letzteren durch Einwendungen der vorgebrachten Art als unrichtig nachzuweisen, mußte natürlich schon von Anbeginn an als gescheitert gelten. Die dickwandige Röhre und die unendlich ausgedehnte gelochte Scheibe zählen ja zu den verhältnismäßig wenigen Aufgaben der Festigkeitslehre, die einer strengen Behandlung nach der mathematischen Elastizitätstheorie zugänglich sind. Letztere arbeitet aber bekanntlich auch mit den bezogenen Längen- und Volumsänderungen. Hier unter Zugrundelegung der gleichen Hilfsmittel, deren sich die mathematische Elastizitätstheorie selbst bedient, Unrichtigkeiten nachweisen zu wollen, muß daher mit einem unausbleiblichen Mißerfolg enden. Wenn ich trotz dieser Sachlage auf die Ausführungen v. Posch's näher eingegangen bin, so geschah dies einmal deshalb, weil die gemachten Einwürfe für's erste wirklich verblüffend wirken, dann aber auch aus dem Grunde, um jede letzte Unsicherheit zu beseitigen.

2. Für die Beurteilung der Inanspruchnahme der Auskleidung von Druckstollen ist das Maß grundlegend, um welches die Felswandungen unter der Wirkung des radialen Druckes zurückgedrängt werden, der an der Berührungsfläche der Auskleidung und des Gebirges zur Übertragung gelangt. Beträgt dieser Druck p_1 und weist der Felsausbruch den Halbmesser a_1 auf, so ist die Größe dieser Zurückdrängung gemäß Gl. 18) durch den Ausdruck $\varrho_1 = \frac{m+1}{m\,E} \cdot a_1\,p_1$ gegeben. Für die Querdehnungszahl m sind theoretisch alle Werte von 2 bis ∞ möglich. Ersterer gilt für raumbeständige Körper, d. s. solche, die wohl eine Änderung der Form, nicht aber des Volumens zulassen; letzterer drückt aus, daß nur Längs-, nicht aber Querdehnungen auftreten.

v. Posch erblickt nun einen weiteren Beweis für die Unrichtigkeit der für die unendlich ausgedehnte gelochte Scheibe angegebenen Beziehungen darin, daß ϱ_1 für $m = 2$ nicht den Wert Null annimmt. Er stützt sich hierbei auf die schon früher erwähnte Tatsache, daß der Außenrand der Scheibe zufolge Gl. 19) keine Verschiebung

[11]) A. Föppl, „Vorlesungen über technische Mechanik", III. Bd., Leipzig 1918 (S. 325).

[12]) F. Willhelm und A. Leon, „Über die Verteilung der Spannungen im Innern von elastischen Körpern", Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1913, Heft 19/20 (Gl. 8) auf S. 10 des Sonderabdruckes).

Digitized by Google

erleidet und auch die Längenänderung in der Achsrichtung wegen der Gl. 7) sowie 5) und 6) Null ist.

Auch hier liegt derselbe Trugschluß vor, wie früher: Es wird ganz übersehen, daß man es mit Null-Werten zu tun hat, die in Verbindung mit Unendlich-Werten vorkommen, also unbestimmte Formen ergeben, die als solche behandelt werden müssen und nicht ohne weiteres gleich Null gesetzt werden dürfen. Die sich in Wirklichkeit ergebenden Grenzwerte sind aus der Ableitung der Gl. 11) und 22) ersichtlich.

Die Änderung $\triangle V$ des Gesamtvolumens wird nach Gl. 11) oder 22) selbstverständlich für $m = 2$ gleich Null, wie dies der Begriff eines raumbeständigen Körpers erfordert.

Erwähnt sei noch, daß v. Posch behauptet, in Wirklichkeit müsse für die radiale Zurückdrängung ϱ_1 des Gebirges die Beziehung $\varrho_1 < \frac{m+1}{m^2 E} \cdot a_1 p_1$ bestehen. Er übersieht dabei ganz, daß der von ihm angegebene, rechts vom Ungleichheitszeichen stehende Grenzwert ebenfalls für $m = 2$ nicht den Wert Null annimmt, wie er dies von ϱ_1 gemäß Gl. 18) verlangt. Es spricht dies aber sogar zugunsten der obigen Ungleichung, weil ϱ_1 sonst für $m = 2$ negativ werden, der Felsen also unter der Wirkung des Innendruckes in den Stollen hereinquellen müßte. Zu letzterem unmöglichen Ergebnis gelangt man indessen unausweichlich, wenn man in die erwähnte Grenzbeziehung den für m theoretisch gleichfalls zulässigen Wert ∞ einsetzt; diese ist eben unter der unrichtigen Voraussetzung ermittelt worden, daß der Innendruck p_1 tangentiale Druckspannungen erzeuge.

v. Posch erhofft sich von den im Druckstollen des Kraftwerkes Amsteg der Schweiz. Bundesbahnen durchgeführten Dehnungsmessungen eine Bestätigung der von ihm aufgestellten Ungleichung. Im Falle einer solchen müßten die aus Gl. 18) errechneten Zurückdrängungen des Gebirges mindestens das m-fache der gemessenen Werte ergeben, wobei m, wie schon erwähnt, theoretisch alle Werte zwischen 2 und ∞ annehmen kann! Durch das Entgegenkommen der Generaldirektion der Schweiz. Bundesbahnen war es mir möglich, in dienstlicher Eigenschaft als Ingenieur der Bauunternehmung Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl, Innsbruck, in die Amsteger Messungen Einblick zu nehmen. Da die geplante Veröffentlichung der erzielten Ergebnisse noch nicht erfolgt ist, muß ich es mir natürlich versagen, Zahlwerte zu nennen. Ich stelle aber fest, daß die für verschiedene Gebirgsarten beobachteten Dehnungen sich durchwegs in Grenzen bewegen, wie sie nach unserer bisherigen Kenntnis der für das Gestein in Frage kommenden Werte des Elastizitätsmoduls auf Grund von Gl. 18) zu erwarten waren. Daran wird auch durch eine weitgehende Verschiedenheit in der Annahme der Querdehnungszahl m nichts geändert; für $m = 2$ wird nämlich der Faktor $\frac{m+1}{m}$ in Gl. 18) gleich 1.5, für $m = \infty$ aber gleich 1, was einen Unterschied von 50 v. H. bedeutet und gegenüber den Unsicherheiten, die notwendiger Weise jedem Versuche einer solchen Berechnung anhaften, keine Rolle spielt. Im Falle eines Zutreffens der Grenzbeziehung, die v. Posch angibt, müßten sich dagegen bei einer Veränderung von m in den angegebenen Grenzen ganz unzulässige Unterschiede ergeben.

3. Als weiteren Beweis gegen die Richtigkeit der Theorie der unendlich ausgedehnten gelochten Scheibe führt v. Posch an, daß die Gesteinszurückdrängung ϱ_1 gemäß Gl. 18) wegen des Produktes $a_1 p_1$, das eine konstante Größe darstellt, immer den gleichen Wert ergebe, während dieser doch für Punkte, die von der Achse des Hohlraumes weiter abliegen, zweifellos in Wirklichkeit immer kleiner werden müsse.

Letzteres ist vollkommen richtig. v. Posch übersieht aber, daß Gl. 18) ja nicht den allgemeinen Ausdruck für ϱ, sondern den für den Innenrand, also die Stelle $x = a_1$, versonderten Wert der allgemeinen Gl. 17) darstellt; aus letzterer geht deutlich hervor, daß die Verschiebung ϱ, die ein beliebiger Punkt P mit dem Abstand x von der Stollenachse unter der Wirkung des Innendruckes erfährt, tatsächlich, wie v. Posch verlangt, mit wachsendem x immer kleiner wird.

v. Posch fordert also von Gl. 18) mehr, als sie füglich zu geben verpflichtet ist.

4. Als letzten Beweis gegen die Richtigkeit der Beziehungen, wie sie sich durch Versonderung der Formeln für die dickwandige Röhre mit $a_2 = \infty$ ergeben, weist v. Posch darauf hin, daß gemäß Gl. 18) die Gesteinszurückdrängung ϱ_1 für $a_1 = \infty$ gleichfalls unendlich wird. Hierzu bemerkt er ganz richtig, daß ein endlicher Druck p_1, der auf eine ebene Gesteinsfläche wirkt, wie sie v. Posch durch $a_1 = \infty$ gekennzeichnet glaubt, selbstverständlich eine unendlich große Zurückdrängung nicht bewirken könne.

Auch bei diesem Gegenbeweis liegt selbstverständlich ein Trugschluß vor: Gl. 18) gilt für die unendlich ausgedehnte Scheibe, die eine Lochung vom Halbmesser a_1 aufweist. Macht man nun die Lochung unendlich groß, dann bleibt natürlich von der Scheibe nichts mehr über, sondern man erhält sozusagen eine Röhre von unendlich großem Durchmesser, deren Wandstärke aber gleich Null ist. $a_1 = \infty$ bedeutet daher keine ebene Gesteinsfläche, sondern eine irgendwo durch den leeren Raum geführte Ebene, auf die von der einen Seite her der Druck p_1 wirkt; hinter der Ebene liegt aber natürlich kein Gebirge, das Widerstand leistet, sondern das absolute Nichts. Es ist klar, daß der Druck p_1 dann eine unendlich große Zurückdrängung dieser Ebene hervorbringen muß.

Dieselbe Erscheinung ergibt sich ja auch bei der für die Röhre von endlicher Wandstärke gültigen Gl. 16); macht man darin die Wandstärke gleich Null, setzt also $a_1 = a_2$, so wird $\varrho = \infty$. Man überzeugt sich übrigens leicht, daß dieses Ergebnis natürlich auch dann erhalten wird, wenn man anstatt der für die dickwandige Röhre aufgestellten Gl. 16) die entsprechende Formel für das dünnwandige Rohr anwendet und die Wandstärke bis auf Null vermindert.

Die „krassen elastizitätstheoretischen Widersprüche", von denen v. Posch behauptet, daß sie den Gleichungen anhaften, die man durch den Grenzübergang von der dickwandigen Röhre auf die unendlich ausgedehnte gelochte Scheibe erhält, bestehen daher in Wirklichkeit nicht; sie erweisen sich vielmehr als Unrichtigkeiten in der Anwendung der Elastizitätstheorie selbst.

II. Widerlegung des Satzes 3.

1. Was nun die mathematische Beweisführung zum Satz 3 anlangt, so gründet sich diese auf die Anschauung, daß durch einen auf die Felswandungen des ausgebrochenen Stollens wirkenden Druck im Gebirge tangentiale Druckspannungen entstehen. Die Unrichtigkeit dieser Anschauung habe ich im Vorangegangenen durch Widerlegung der diesbezüglichen Beweisversuche v. Posch's, wie ich glaube, genugsam dargetan. Ein weiteres Verfolgen der Ableitungen zum Satz 3 erscheint daher nicht mehr notwendig.

Ich will indessen der Vollständigkeit halber doch kurz zeigen, wie die Dinge etwa in Wirklichkeit liegen. Dabei wird vorausgesetzt, achsiale Spannungen seien nicht in Betracht zu ziehen, sondern es liege ein zweiachsiger Spannungszustand vor; darauf, daß diese Annahme zulässig ist, habe ich schon in meiner ersten Entgegnung verwiesen.

Im Gebirge, dessen Elastizitätsmodul bezw. Querdehnungszahl nunmehr mit E_G bezw. m_G bezeichnet werden möge, sei eine Röhre — die Stollenauskleidung — eingebettet, für die die entsprechenden Elastizitätsgrößen E und m heißen sollen (Abb. 1). Der Innenhalbmesser der Röhre sei a_1, der Außenhalbmesser a_2. Vorausgesetzt wird, daß die Auskleidung unbedingt satt an den Felsen an-

Digitized by Google

liegt. Die Röhre ist mit Wasser gefüllt zu denken, das unter einem Druck p_1 steht. Vom Eigengewicht der Auskleidung werde abgesehen.

Die Röhre sucht sich nun auszudehnen, wodurch an der Grenze zwischen Auskleidung und Gebirge ein radialer Gegendruck p_2 entsteht. Dieser kann leicht bestimmt werden, wenn man bedenkt, daß die Verlängerung, die der Außenhalbmesser a_2 der Auskleidung erfährt, gleich sein muß der Verlängerung des Innenhalbmessers a_2 der als gelochte Scheibe von unendlicher Ausdehnung aufgefaßten Gebirgsmasse. Mathematisch ausgedrückt heißt das, daß ϱ, genommen für $x = a_2$ und ausgedrückt nach Gl. 15), gleich sein muß ϱ, ausgedrückt nach Gl. 17) für dieselbe Stelle $x = a_2$, wobei aber zu beachten ist, daß wegen Abbildung 1 in Gl. 17) nunmehr die Bezeichnungen a_1, p_1, E und m durch a_2, p_2, E_G und m_G zu ersetzen sind.

Aus dieser so aufgestellten Beziehung kann nun die einzige Unbekannte, nämlich der Druck p_2, berechnet werden. Man findet so

$$p_2 = \frac{p_1}{\left[\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 - 1\right] \cdot \frac{M}{2} + 1} \quad \ldots\ldots (23)$$

worin

$$M = \frac{E}{E_G} \cdot \frac{m_G + 1}{m_G} + \frac{m - 1}{m} \quad \ldots\ldots (24)$$

Die Größe M ist als eine Kennziffer für die Güte der Bettung aufzufassen.

Um die tangentialen und radialen Spannungen σ_t und σ_r, die in der Auskleidung in einem beliebigen Punkte P im Abstande x von der Stollenachse auftreten, zu erhalten, muß nun einfach p_2 gemäß Gl. 23) und 24) in die Gl. 1) und 2) eingeführt werden.

Zu beachten ist aber weiterhin, daß es sich im vorliegenden Falle nicht um einen einachsigen, sondern gemäß den gemachten Voraussetzungen um einen zweiachsigen Spannungszustand handelt. Nimmt man an, die wirkliche Anstrengung, die der Baustoff der Stollenauskleidung unter der Wirkung der beiden zueinander senkrecht gerichteten, gleichzeitig wirkenden Spannungen σ_t und σ_r in tangentialer Richtung erfährt, sei darstellbar durch eine errechnete tangentiale Spannung, die so zu bestimmen ist, daß die von ihr hervorgebrachte tangentiale Dehnung gleich ist der tangentialen Dehnung, hervorgerufen durch die beiden genannten Spannungen, so gelangt man zum bekannten Begriffe der „reduzierten Spannung", bezogen auf die tangentiale Richtung. Sie möge mit $\sigma_{t\,red}$ bezeichnet werden und beträgt[13])

$$\sigma_{t\,red.} = \sigma_t - \frac{\sigma_r}{m} \quad \ldots\ldots\ldots (25)$$

Führt man in Gl. 25) die Spannungen σ_t und σ_r gemäß Gl. 1) und 2) und unter Beachtung des durch Gl. 23) für p_2 gegebenen Ausdruckes ein, so ergibt sich schließlich nach einigen Umformungen

$$\sigma_{t\,red} = \frac{\left[\frac{m+1}{m} \cdot \left(\frac{a_2}{x}\right)^2 + \frac{m-1}{m}\right] \cdot \frac{M}{2} - \frac{m-1}{m}}{\left[\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 - 1\right] \cdot \frac{M}{2} + 1} p_1 \quad (26)$$

v. Posch behauptet nun in seinem Satz 3, den er im Zuge seiner zweiten Abhandlung gegenüber der ersten noch etwas näher ausführt, daß die tangentialen Spannungen unter gewissen Umständen Druckspannungen seien. Als Erfordernis hiefür wird neben geringer Wandstärke angegeben, daß der Elastizitätsmodul der Auskleidung kleiner als der des Gebirges, also $E < E_G$ sein müsse. Als denkbar günstigste Möglichkeit wäre daher, wie dies ja tatsächlich auch zutrifft, die anzusehen, daß $E/E_G = 0$ wird. Dieser Fall liegt vor, wenn $E_G = \infty$, das Gebirge also vollkommen starr ist. In Wirklichkeit gibt es natürlich ein solches Gebirge nicht. Verwendet man für die Auskleidung Beton, so wird der kleinste, für E mögliche Wert mindestens 100.000 kg/cm² betragen[14]), während für das Gebirge E_G = 500.000 kg/cm² als Höchstwert anzusehen sein dürfte[15]). Damit würde sich bestenfalls ein Verhältniswert $E/E_G = \frac{1}{5}$ ergeben. Selbstverständlich ist aber nicht zu übersehen, daß die Festigkeit eines Betons, der einen geringen Elastizitätsmodul E besitzt, erfahrungsgemäß auch nur gering ist.

Mit $E/E_G = 0$ folgt aus Gl. 24) für M der Wert $\frac{m-1}{m}$

womit dann Gl. 26) übergeht in

$$\sigma_{t\,red} = \frac{m+1}{m} \cdot \frac{\left[\left(\frac{a_2}{x}\right)^2 - 1\right]}{\left[\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 + \frac{m+1}{m}\right]} \cdot p_1 \quad \ldots (27)$$

Soll sich für $\sigma_{t\,red}$ eine Druckspannung ergeben, so müßte Gl. 27) einen negativen Wert liefern, was nur dann eintritt, wenn $\left[\left(\frac{a_2}{x}\right)^2 - 1\right]$ negativ wird. Nun ist, wie aus Abb. 1 hervorgeht, $a_1 \leqq x \leqq a_2$; $x = a_1$ gilt für den Innenrand, $x = a_2$ für den Außenrand. Daraus folgt aber, daß $\left[\left(\frac{a_2}{x}\right)^2 - 1\right] \geqq 0$ ist, niemals aber negativ werden kann. Selbst im Falle eines vollkommen unnachgiebigen Gebirges wird daher die Auskleidung — gleichgültig welche Wandstärke sie besitzt — in tangentialer Richtung auf Zug beansprucht. Am Außenrand sinkt die Anstrengung auf Null herab, was in dem untersuchten Falle ja auch zu erwarten war, weil der Außenrand infolge der angenommenen Starrheit des Gebirges keinerlei Veränderung erfährt.

Auch Satz 3 erweist sich daher als unrichtig.

Um einen Anhaltspunkt für die Größenordnung von σ_{red} zu geben, führe ich noch einige Zahlwerte an. Zu untersuchen sei ein Stollen von 300 cm Lichtweite, womit sich $a_1 = 150$ cm ergibt. Der Betriebsdruck betrage $p_1 = 4$ kg/cm²), entsprechend 40 m Wassersäule. Es soll die Anstrengung des Materials der Stollenauskleidung in tangentialer Richtung, und zwar am Innenrand, also an der Stelle $x = a_1$, wo sie ihren Höchstwert erreicht, ermittelt werden. Das Verhältnis der Elastizitätsmoduli sei:

a) $E/E_G = 2$ (das Gebirge ist halb so „hart", wie das Material der Stollenauskleidung),

b) $E/E_G = 1$ (das Gebirge ist in elastischer Hinsicht von gleicher Beschaffenheit, wie der Baustoff der Stollenauskleidung),

c) $E/E_G = 1/2$ (das Gebirge ist doppelt so „hart", wie das Material der Stollenauskleidung).

Die Querdehnungszahl für Auskleidung und Gebirge sei dieselbe und werde mit 10 in Rechnung gestellt, so daß $m = m_G = 10$.

Die Wandstärke der Auskleidung betrage:

a) 5 cm ($a_2 = a_1 + 5 = 105$ cm),

b) 100 cm ($a_2 = a_1 + 100 = 250$ cm).

Die Ergebnisse der Rechnung laut Gl. 26) und 24) sind in nachstehender Zahlentafel zusammengestellt:

E/E_G	Wandstärke der Auskleidung in cm	
	5	100
	$\sigma_{t\,red}$ (an der Stelle $x = a_1$) in kg cm²	
2	+ 8.4	+ 5.6
1	+ 4.4	+ 4.4
1/2	+ 2.3	+ 3.4

[13]) Vergl. z. B. A. Föppl, „Vorlesungen über technische Mechanik", III. Bd., Leipzig 1918 (S. 60).

[14]) Etwa für Gußbeton aus Portlandzement mit gequetschten Backsteinen; vergl. z. B. O. Graf, „Die Druckelastizität und Zugelastizität des Betons", Berlin 1920 (S. 40).

[15]) Etwa für besten Granit; vergl. z. B. O. Graf, „Die Druckelastizität und Zugelastizität des Betons", Berlin 1920 (S. 36).

Digitized by Google

Obige Zusammenstellung lehrt folgendes:

a) Bei einer und derselben Wandstärke ist die Inanspruchnahme der Auskleidung in tangentialer Richtung umso kleiner, je „härter" das Gebirge im Verhältnis zum Baustoffe der Auskleidung ist.

b) Weist das Gebirge gleiches elastisches Verhalten wie der Baustoff der Auskleidung auf, so bleibt die tangentiale Anstrengung der Auskleidung bei jeder Wandstärke dieselbe.

c) Ist das Gebirge „weicher", wie der Baustoff der Auskleidung, dann kann die tangentiale Anstrengung der Auskleidung durch eine Vergrößerung der Wandstärke, im umgekehrten Falle dagegen durch eine Verkleinerung derselben herabgesetzt werden; die in tangentialer Richtung auftretenden Anstrengungen sind aber stets Zugspannungen.

Ich habe auf die oben dargelegten Erscheinungen schon in früheren Arbeiten hingewiesen und sie an Hand von Zahlentafeln und Schaulinien des nähern erörtert.[16])

Zur Beurteilung der ausgewiesenen Zahlwerte für die Spannungen bemerke ich, daß die österr. amtliche „Vorschrift über die Herstellung von Tragwerken aus Eisenbeton oder Beton bei Straßenbrücken" für unbewehrten Beton Zugspannungen von 1.5 bis 3.0 kg/cm² zuläßt; ersterer Wert gilt für ein Mischungsverhältnis von 220 kg, letzterer für ein solches von 400 kg Zement auf je 1 m^3 Gemenge von Sand und Kies.

Angemerkt sei an dieser Stelle noch, daß man heute durch das Torkretverfahren in der Lage ist, tatsächlich auch eine 5 cm starke Betonauskleidung mit Sicherheit herzustellen. Im Druckstollenbau wurde eine solche Ausführung meines Wissens erstmals beim kürzlich fertiggestellten Kraftwerk Klosters-Küblis (Schweiz) angewendet, wo einige Strecken, in denen sich das Gebirge als besonders gut erwiesen hatte, nur mit einer Torkretschichte überzogen wurden. Der Durchmesser des Stollens und der Betriebsdruck entspricht ungefähr den der obigen Zahlentafel zugrunde gelegten. Selbstverständlich weist ein so ausgekleidetes Profil erhebliche Unregelmäßigkeiten auf, weshalb damit zu rechnen ist, daß die sich einstellenden Spannungen auch bei Zutreffen aller für die Rechnung gemachter Annahmen stellenweise größer ausfallen, als die für das reine Kreisprofil abgeleiteten Formeln angeben. Der größeren Rauhigkeit so ausgeführter Stollen ist natürlich durch die Wahl eines entsprechend größeren Durchflußquerschnittes Rechnung zu tragen.

2. Einen Beweis für die Richtigkeit seiner Untersuchungen über ausgekleidete Druckstollen glaubt v. Posch „in allen nicht gerissenen Druckstollen mit nicht armierter Betonauskleidung zu sehen, die nach der Rohrtheorie reißen müßten".

Eine so allgemein gefaßte Erklärung kann wohl nicht als wirklicher Beweis gelten. v. Posch hätte da doch einige nicht gerissene Druckstollen nennen und gleichzeitig zeigen sollen, daß sie den bisherigen Berechnungsverfahren zufolge hätte reißen müssen. Ich glaube allerdings nicht, daß ein solcher Versuch gelungen wäre. Es ist klar, daß die Theorie selbst bei Zutreffen aller Voraussetzungen, die über das elastische Verhalten der Auskleidung und des Gebirges gemacht werden müssen, stets zu günstige Werte liefern wird, weil sie gewisse, selbst bei sorgfältigster Arbeit unvermeidliche Ausführungsmängel nicht zu erfassen vermag. Es wird daher eher vorkommen, daß ein Druckstollen reißt, der der Theorie zufolge hätte halten können, als daß ein Druckstollen hält, für den die Theorie ein Reißen vorhersagt. Deshalb ist dem Begriff des „Sicherheitsfaktors" selbstverständlich auch im Druckstollenbau Rechnung zu tragen. Freilich sind hiezu nicht immer bauliche Maßnahmen notwendig: Ist z. B. das Gebirge wasserdicht, so steckt der Sicherheitsfaktor schon in diesem selbst.

3. Eine weitere Bestätigung der Anschauungen, die v. Posch in seiner Abhandlung hinsichtlich der Auskleidung von Druckstollen entwickelt, erblickt er darin, daß von vier Versuchsstrecken, die im Druckstollen des Kraftwerkes Amsteg der Schweiz. Bundesbahnen 25, 35, 45 und 70 cm stark mit Stampfbeton ausgekleidet und dann der Druckprobe unterzogen wurden, die Strecke mit der größten Wandstärke als erste gerissen ist.

Hiezu sei bemerkt, daß die Ingenieure, die diese Strecken ausgeführt haben, die erwähnte Erscheinung darauf zurückführen, daß das stärkere Mauerwerk nicht in allen seinen Teilen gleiche Güte aufwies, weil es eben schwer hält, bei größeren Abmessungen eine wirkliche Gleichmäßigkeit zu erzielen. Ich glaube, daß es besser ist, dieser Deutung, die gewiß von berufenster Seite kommt, zuzustimmen, als nach einer Erklärung zu suchen, die mangels einer näheren Kenntnis der örtlichen Verhältnisse doch nur zweifelhaften Wert besitzen kann.

Möglicherweise spielt hier auch der bekannte Umstand irgendwie mit hinein, daß die Zugfestigkeit des Betons für größere Querschnittsflächen mit einem kleineren Betrage gefunden wird, wie für kleinere. So wurden für einen und denselben Beton nach siebentägiger feuchter Lagerung und 21tägiger Erhärtung an der Luft Zugfestigkeiten von 44.8, 15.9 und 12.0 kg/cm² festgestellt, je nachdem der Querschnitt der Versuchskörper 5, 100 und 400 cm² betrug.[17])

Ich erwähne noch, daß die vier Versuchsstrecken in einem verhältnismäßig weichen Gestein lagen, dessen Elastizitätsmodul jedenfalls kleiner war, als der des Betons. Ein Versuch, die erwähnte Erscheinung dadurch erklären zu wollen, daß die tangentiale Anstrengung bei der stärksten Auskleidung größer gewesen sei, wie bei den übrigen, müßte daher nach dem früher ausgeführten als unzulässig erscheinen.

C) Sonstige Erörterungen.

I) Im Zuge seiner Ausführungen verweist v. Posch auf Grund eines Zitates aus einer Arbeit von F. Willheim und A. Leon[18]) auf Unstimmigkeiten, die sich zwischen der Bruchlast ergeben, die man auf Grund der bekannten Spannungsformeln für die dickwandige Röhre errechnet und jener, wie sie durch den Versuch tatsächlich festgestellt wird; so sei die beobachtete Bruchlast mit dem fünffachen Betrage der rechnungsmäßigen festgestellt worden.

Hiezu ist zu bemerken, daß alle in der Festigkeitslehre entwickelten Formen selbstverständlich nur solange gelten, als auch die Voraussetzungen zutreffen, unter denen sie abgeleitet wurden. Zu diesen Voraussetzungen zählt nun unter anderem auch das Hookesche Gesetz, also die Annahme, daß die Dehnungen den Spannungen proportional sind, durch welche sie hervorgerufen werden. Nun bleibt aber diese Verhältnisgleichheit selbst für Körper, die dem Hookeschen Gesetz im großen ganzen gut folgen, keineswegs bis zur Bruchgrenze bestehen, sondern endet an der meistens erheblich unterhalb der Bruchgrenze gelegenen Proportionalitätsgrenze. Für Flußeisen liegt letztere z. B. etwa bei 2000 kg/cm², wogegen die Festigkeit etwa 4000 kg/cm², also das Doppelte, beträgt. Wird also etwa eine Röhre aus Flußeisen durch allmähliches Steigern eines inneren Wasserdruckes zum Bruche gebracht, so nehmen die tangentialen Spannungen am Innenrand, wo sie am größten sind, von dem Augenblicke an, wo die Proportionalitätsgrenze überschritten ist, viel langsamer zu, als die Dehnungen, die dann schon anfangen, aus federnden in bleibende Formänderungen überzugehen. Dadurch werden die großen Spannungsunterschiede zwischen dem inneren und dem äußeren Rand ausgeglichen und die sonst nur wenig belasteten äußeren Teile in allmählich steigendem Ausmaße zur Mitwirkung herangezogen. Beim schließ-

[16]) „Die Berechnung kreisförmiger Druckschachtprofile unter Zugrundelegung eines elastisch-nachgiebigen Gebirges", Zeitschrift des Österr. Ing. u. Arch.-Vereins 1921 (S. 101, 5. Beispiel); „Theoretische Betrachtungen zum Problem des Druckstollenbaues", Schweiz. Bauzeitung 1921, Bd. 78 (S. 245, Tabellen II und III, Abb. 5).

[17]) O. Graf, „Die Druckfestigkeit von Zementmörtel, Beton, Eisenbeton und Mauerwerk. Die Zugfestigkeit des unbewehrten und bewehrten Betons". Stuttgart 1921 (S. 85)

[18]) F. Willheim und A. Leon, „Über die Verteilung der Spannungen im Innern von elastischen Körpern", Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1913, Heft 19/20 (S. 4 des Sonderabdruckes).

Digitized by Google

lichen Eintritt des Bruches wird dann die beobachtete Bruchlast die rechnungsmäßige umso mehr überschreiten, je höher die Bruchgrenze über der Proportionalitätsgrenze liegt. Eine vollkommene Übereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch wäre sonach nur dann zu erwarten, wenn die Proportionalitätsgrenze des Rohmaterials mit der Bruchgrenze zusammenfiele. Auf diesen Umstand ist schon von verschiedener Seite hingewiesen worden.[19]) Dieselbe Erscheinung wiederholt sich naturgemäß bei allen aus der Elastizitätstheorie abgeleiteten Formeln, ohne daß deren Wert dadurch herabgemindert würde, ist es doch Grundsatz, bei allen Baukonstruktionen bleibende Formänderungen auszuschließen, also die Inanspruchnahme des Baustoffes niedriger als die Elastizitätsgrenze zu halten.

Bei der Beurteilung von Bruchversuchen mit dickwandigen Röhren muß aber noch beachtet werden, daß man es nicht mit einem einachsigen, sondern einem zweiachsigen Spannungszustand zu tun hat; ja, wenn die Röhre an ihren beiden Enden mit festen Deckeln versehen ist, wie dies bei solchen Versuchsanordnungen wohl meistens der Fall sein wird, so tritt auch noch eine achsiale Spannung auf und der Spannungszustand ist ein dreiachsiger. Die Bruchgefahr erscheint dann bekanntlich nicht mehr durch die größte der drei auftretenden Spannungen gekennzeichnet und die Festigkeit des Baustoffes erweist sich als eine andere, wie für den einachsigen Spannungszustand, für den allein unsere landläufigen Festigkeitswerte gelten. Auf diese Tatsache machen übrigens auch F. Willheim und A. Leon im Anschlusse an die Wortwiedergabe, die v. Posch bringt, ausdrücklich aufmerksam.

Um die wirkliche Anstrengung eines Baustoffes im Falle eines mehrachsigen Spannungszustandes abzuschätzen, bestehen bekanntlich verschiedene Hypothesen. Eine, von der schon bei Herleitung der Gl. 26) Gebrauch gemacht wurde, besteht darin, die Beanspruchung und damit die Bruchgefahr nach der größten Dehnung zu bemessen, die mit dem vorgelegten Spannungszustande verbunden ist. Man kommt so zum Begriffe der „reduzierten Spannung". Wenn auch diese Hypothese keineswegs alle Beobachtungstatsachen zu decken vermag, ist sie heute dennoch die gebräuchlichste.

C. Bach gibt z. B. die Materialanstrengung der dickwandigen Röhre in Gestalt der „reduzierten Spannungen" an[20]) und sagt hiezu: „Versuche über die Widerstandsfähigkeit dickwandiger Hohlzylinder gegenüber innerem Innendruck sind in neuester Zeit durchgeführt worden von Krüger (Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens). Aus den Untersuchungen geht hervor, daß die im vorstehenden gegebenen Gleichungen[21]) mit den Versuchsergebnissen recht befriedigend übereinstimmen". Ich selbst habe in die Krügersche Arbeit, die im Buchhandel vergriffen ist, anbetrachts der Kürze der Zeit, welche mir für diese Erwiderung zur Verfügung stand, nicht Einblick nehmen können.

Wenn ich auf diesen Gegenstand, der eigentlich über den Rahmen des vorliegenden Stoffes hinausreicht, hier näher eingegangen bin, so geschah dies deshalb, weil das aus dem Zusammenhange der Arbeit F. Willheims und A. Leons herausgegriffene Zitat geeignet sein könnte, auch auf diesem Gebiete Unsicherheiten zu erwecken.

II) In meiner ersteren Erwiderung habe ich den unausgekleideten Druckschacht des Kraftwerkes Herlandsfossen (Norwegen) erwähnt, in dessen unterem, wagrechten Teil nach der ersten Füllung ein Riß auftrat, der bei seiner Auffindung 0.5 cm weit klaffte. Der Betriebsdruck betrug $p_1 = 12.3$ kg/cm². Die Spannungen, die dadurch am Innenrand, also an der Stelle $x = a_1$, hervorgerufen wurden, ergeben sich daher gemäß den Gl. 5) und 6) in tangentialer Richtung mit + 12.3 kg/cm² (Zug) und in radialer Richtung mit — 12.3 kg/cm² (Druck). Die gesamte Anstrengung in tangentialer Richtung, nach Gl. 25) ermittelt, kann man dann bei Zugrundelegung der Querdehnungszahl $m = 10$ etwa mit $= + 12.3 - (-12.3/10) = + 14$ kg/cm² bewerten.

v. Posch behauptet nun, daß eine viel größere tangentiale Zugspannung, nämlich eine solche von 125 kg/cm², angenommen werden müsse, wenn man den aufgetretenen Riß mit Hilfe der Tangentialspannung erklären will, wie sie sich zufolge der Theorie der unendlich ausgedehnten gelochten Scheibe ergibt.

Das mag vollkommen richtig sein, wenn man die Rißweite von 0.5 cm als — elastische Verlängerung des Umfanges der Felsausbruchsfläche auffaßt! Tatsächlich folgt aus Gl. 18), daß der Innendruck p_1 bei hohem Elastizitätsmodul E sehr groß sein müßte, um eine Zurückdrängung ϱ_1 des Gebirges herbeizuführen, die eine Umfangsvergrößerung von $2\varrho_1\pi = 0.5$ cm zur Folge hätte. Mit diesem so berechneten Innendruck p_1 würde sich dann gemäß den Gl. 25), sowie 5) und 6) für den Innenrand, also an der Stelle $x = a_1$, eine wesentlich größere Materialanstrengung in tangentialer Richtung ergeben, als die früher mit etwa 14 kg/cm² errechnete. Selbstverständlich ist aber ein Riß keine elastische Verlängerung, weshalb die Rißweite natürlich auch nicht als solche berechnet werden darf.

Nach erfolgter Rißbildung gelten die für die unendlich ausgedehnte gelochte Scheibe aufgestellten Gleichungen nicht mehr, weil die Scheibe durch das Auftreten des Risses — im Sinne ihrer statischen Wirkungsweise betrachtet — in ein ganz anderes Gebilde übergegangen ist. Auch die angreifenden Kräfte haben eine Änderung erfahren: Man bedenke nur, daß zu dem radial gerichteten Innendruck nun auch noch eine tangentiale Druckkraft gekommen ist, herrührend vom Drucke des Preßwassers, das in den Riß eindringt und diesen wie ein eingetriebener Keil zu erweitern sucht.

Bemerkt sei noch, daß das Zustandekommen des Risses durch die mit etwa 14 kg/cm² errechnete tangentiale Anstrengung des Gebirges durchaus begründet erscheint. Wie ich in meiner ersten Entgegnung ausführte, wurde die Druckfestigkeit des Gesteins im betrachteten Falle mit 718 bis 2095 kg/cm² bestimmt und wies also schon an sich beträchtliche Unterschiede auf. Die Zugfestigkeit wurde anscheinend nicht ermittelt; nimmt man aber, um irgend einen Anhaltspunkt zu haben, an, sie habe 1/26 der Druckfestigkeit betragen,[22]) so erhält man 28 bis 81 kg/cm². Nun ist die Zugfestigkeit des Gebirges zweifellos geringer als die des Gesteins, aus dem es besteht; außerdem kann erstere, wie ich schon früher ausgeführt habe, durch örtliche Klüftungserscheinungen u. dgl. noch ganz besonders vermindert werden. Dazu kommt, daß die wirkliche Anstrengung des Gebirges wegen der unvermeidlichen Unregelmäßigkeiten des rohen Felsprofils stellenweise, z. B. im Bereiche einspringender Ecken, wahrscheinlich noch wesentlich größer war als die unter der Annahme eines reinen Kreisquerschnittes mit etwa 14 kg/cm² errechnete. Alles in allem betrachtet, kann daher die angegebene Anstrengung sehr wohl als ausreichend erachtet werden, um das Auftreten des Risses verständlich zu machen.

Die Frage v. Poschs, warum nur ein Teilstück und nicht der ganze wagrechte Stollen, der doch überall unter gleich hohem Drucke stand, gerissen sei, läßt sich einfach dahin beantworten, daß eben die Zugfestigkeit des Gebirges nicht allenthalben dieselbe war, wie ja auch die Druckfestigkeit des Gesteins die angegebene Ungleichmäßigkeit aufwies.

Noch eines letzten Einwandes sei gedacht, den v. Posch vorbringt: Wäre die Rißbildung tatsächlich auf die Wirkung tangentialer Zugspannungen zurückzuführen, so hät-

[19]) C. Bach, „Elastizität und Festigkeit", Berlin 1911 (S. 527, Fußnote 2); F. Willheim und A. Leon, „Über die Verteilung der Spannungen im Innern von elastischen Körpern", Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst 1913, Heft 19/20 (S. 4 und 5 des Sonderabdruckes); A. Föppl, „Vorlesungen über technische Mechanik", III. Bd., Leipzig 1918 (S. 220, Anmerkung) und V. Bd., Leipzig 1907 (S. 80).

[20]) C. Bach, „Elastizität und Festigkeit", Berlin 1911 (S. 518/532).

[21]) Gemeint sind die Spannungsformeln für die dickwandige Röhre unter Verwendung des Begriffes der „reduzierten Spannung".

[22]) „Hütte", I. Bd., Berlin 1911 (S. 518).

Digitized by Google

ten seiner Meinung nach statt eines einzelnen Längsrisses regelmäßig über den ganzen Stollenumfang verteilte Rissescharen entstehen müssen.

Auch das ist unrichtig, denn die Rißbildung setzt zunächst dort ein, wo die günstigsten Vorbedingungen dafür vorhanden sind, also die Spannung einen Größtwert und die Festigkeit einen Kleinstwert erreicht. Sobald aber ein Riß entstanden ist, wird die Spannungsverteilung aus den schon früher angedeuteten Gründen eine ganz andere, als vorher, das Profil erfährt eine Entlastung, fällt doch im gerissenen Teil die Ringzugkraft weg. Damit verschwindet aber auch jeder Grund, der bei gleichbleibendem Betriebsdruck für eine Vermehrung der Rissezahl, also für das Auftreten von Rissescharen, sprechen könnte.

D) Zusammenfassung.

Die Ergebnisse meiner Ausführungen zusammenfassend, bin ich gezwungen, erneut festzustellen, daß die Druckstollentheorie v. Poschs eine Aneinanderreihung mathematischer Irrtümer, unzutreffender Schlußfolgerungen und mißverständlicher Anwendungen der Festigkeitslehre darstellt, daß sie somit unrichtig und im Falle ihrer Anwendung auf die Praxis des Druckstollenbaues gefährlich ist, weshalb vor ihr nachdrücklichst gewarnt werden muß.

Wir schließen hiermit die Diskussion.

Die Schriftleitung.

Die sterbende Donau

Mit vier Abbildungen im Text.*)

Kann ein Fluß sterben? — Der Kundige wird diese Frage sogleich bejahen und zugleich sagen, daß sterbende Flüsse durchaus nicht sehr selten sind. Nimmt z. B. eine einst regenreiche Landschaft durch Klimaverschiebungen allmählich Steppen-, ja Wüstencharakter an, so versiegen zunächst ihre Quellen, dann trocknen ihre Zuflüsse aus, bis schließlich selbst solche Ströme, deren Ursprung in Gletschern und Firnfeldern des Hochgebirges oder in triefend feuchten Tropenwäldern liegt, im heißen Wüstensand versickern oder in stinkenden Salzseen kläglich enden, wenn nicht der rettende Meeresstrand sehr nahe ist. Uebrig bleibt von ihnen schließlich nur ihr ausgedörrtes, versandendes altes Erosionstal, die von ihnen geschaffenen Geröllablagerungen und allenfalls Versteinerungen ihrer einstigen Fauna und Flora.

Flüsse können aber auch dadurch sterben, daß infolge von Senkungen der Erdrinde ihr Gebiet nach und nach unter den Meeresspiegel gerät. So könnte z. B. eine verhältnismäßig geringfügige Bodensenkung in Mitteleuropa den jetzigen Rhein bis nach Mainz, ja bis gegen Basel zum Verschwinden bringen und ihn durch einen schmalen Meeresarm ersetzen, der ja an dieser Stelle in geologisch junger Vergangenheit als Folge von Grabenbrüchen schon wiederholt bestanden hat.

Und noch eine dritte Todesart bedroht die Flüsse: der eine Strom kann von einem benachbarten sozusagen aufgefressen werden. Das ist gegenwärtig bei der oberen Donau der Fall, deren Sterben Dr. A. Jassoy jüngst in den „Berichten der Senckenberg. Naturf. Gesellschaft" (Bd. 52, H. 3/4) nach Ursachen und Folgen ausführlich erörtert hat. Diesen Darlegungen sind die nachfolgenden Angaben entnommen.

Das „Auffressen" eines Flusses durch einen zweiten tritt u. a. dann ein, wenn von zwei Flüssen der eine ein größeres Gefälle von der Wasserscheide an gerechnet hat, denn in diesem Falle verschiebt sich der Scheitelpunkt der Wasserscheide allmählich gegen den trägeren Fluß hin, der dadurch verkürzt wird (vergl. Abb. 1). Der Vorgang verläuft um so schneller, je größer der Gefällsunterschied zwischen den beiden Flußsystemen ist und je wasserlöslicher und zerklüfteter die Gesteine im Gebiet beider Ströme sind. Bei der oberen Donau liegt die Sache etwas verwickelter. Sie wird hauptsächlich von den Zuflüssen des Mains und des Neckars angenagt, also nur mittelbar vom Rhein, aber im Süden doch auch von unmittelbar zum Rhein fließenden Gewässern. Betrachten wir zunächst einmal den Angriff des Neckars. Die rechten Seitenbäche dieses in einem tiefen Tale dahinströmenden Flusses entspringen am Steilrand eines sehr wasserlöslichen und sehr zerklüfteten Kalkgebirges, der Rauhen Alp, die linken Seitenbäche der in wesentlich höherem Niveau fließenden Donau dagegen oben auf der nach Osten sanft abfallenden Hochfläche dieses Gebirges (vergl. Abb. 2). Dabei kommen die Zuflüsse des Neckars in großer Stärke gewöhnlich aus Höhlen und Klüften am Fuße fast senkrechter Weißjurafelsen hervor (vergleiche Abb. 2 Qu links), sodaß ihr eigentliches, unsichtbares Quellgebiet bereits weit über die oberflächlich sichtbare Wasserscheide hinaus greift. Umgekehrt entspringen die sanften Albzuflüsse der Donau auffallend fern von der Wasserscheide (s. Abb. 2, Qu rechts), in deren Nähe nur Trockentäler und Erdsenken bemerkbar sind, die höchstens nach starken Regengüssen etwas Wasser führen. Verschwindende und nach kurzem unterirdischem Laufe wieder zu Tage tretende Albbäche sind die weitere Folge des klüftigen Juragesteins. Sicher wird sich bei dieser Sachlage

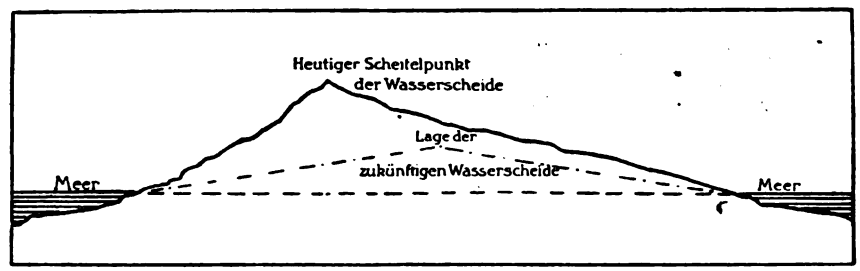


Abb. 1. Wenn von zwei Flüssen der eine ein größeres Gefälle von der Wasserscheide an gerechnet hat, so verschiebt sich der Scheitelpunkt der Wasserscheide allmählich gegen den trägeren Fluß hin, der dadurch verkürzt wird.

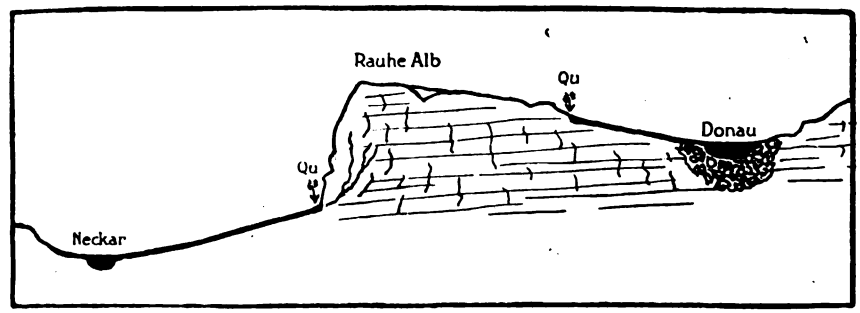


Abb. 2. Schematischer Querschnitt durch das Gelände zwischen dem Neckar und der Oberen Donau. Qu = Quellgebiet.

*) Die Druckstöcke wurden uns von der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. zur Verfügung gestellt, der wir für dieses Entgegenkommen auch an dieser Stelle bestens danken.
Anm. d. Red.

Digitized by Google

der Neckar immer näher an die Donau herannagen und in ferner Zukunft diesen Fluß durch einen seiner Seitenbäche, etwa durch Eyach, Fils oder Kocher, ganz zu sich herüberziehen.

Für den Main gilt ungefähr das Gleiche; auch er wird in seinem Oberlauf das Quellgebiet seiner linken Nebenflüsse dichter und dichter an die in weit höherem Niveau fließende Donau heranschieben, jedoch zu dieser Arbeit mehr Zeit brauchen als der Neckar, weil die Böschungen an der Wasserscheide sanfter sind, die Erosionsenergie also geringer ist.

Gefährlicher werden der Donau nach Jassoy andere

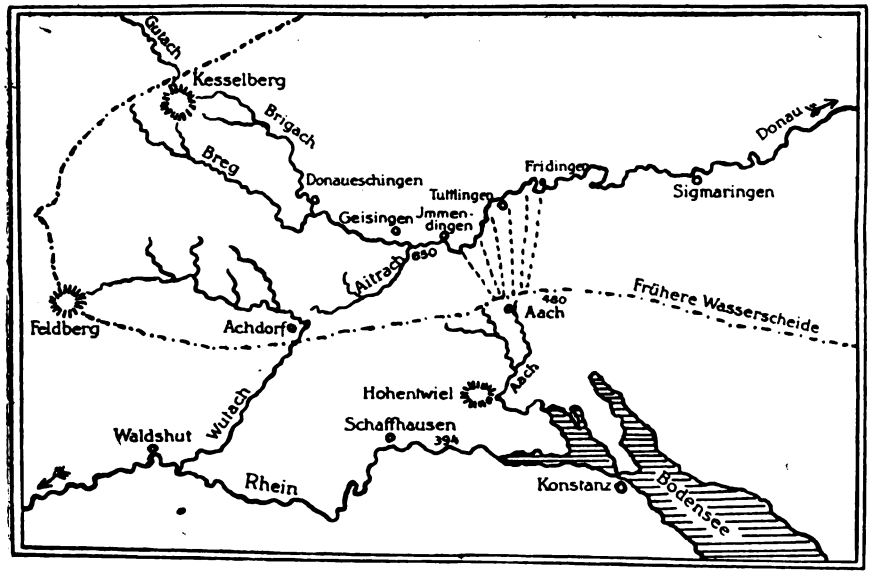


Abb. 3. Kartenskizze des Gebiets der Oberen Donau mit der durch Punktierung angedeuteten Donau-Versinkung.

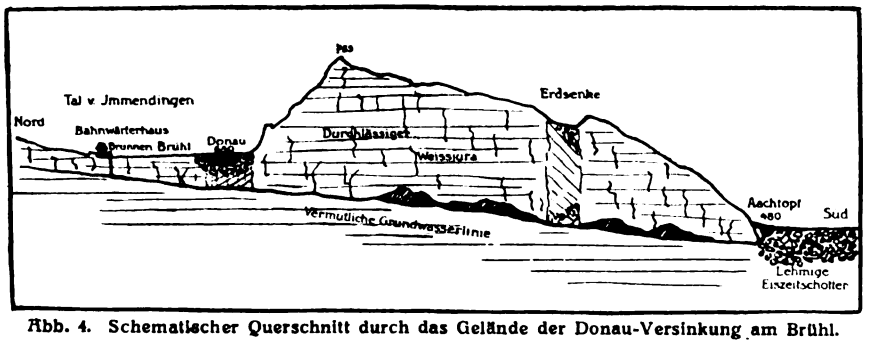


Abb. 4. Schematischer Querschnitt durch das Gelände der Donau-Versinkung am Brühl.

Nebenflüsse des Rheines. Am wenigsten noch die in ihrem Quellgebiet entspringenden, denn wenn auch am Kesselberg in der Gegend von Triberg das Gebirge schroff zum Gutachtal und weiter zu dem in der Tiefe sichtbaren Rheingraben abfällt, während eine sanft südostwärts geneigte wellige Hochfläche Brigach und Breg, die Quellflüsse der Donau, beherbergt, so wird hier doch selbst in langen Zeiträumen eine Verschiebung der Wasserscheide kaum merkbar werden, denn der betreffende Gebirgsstock besteht aus sehr hartem Gestein, das der Erosion starken Widerstand leistet. Ganz anders liegen die Dinge etwas weiter südlich, bei der Wutach, die am Osthang des Schwarzwald-Feldberges entspringt und anfänglich in sehr hoher Lage parallel der Breg und später der Donau ostwärts durch mooriges Wiesengelände fließt. Vor Bad Boll kommt das Verhängnis, denn hier verläßt die Wutach die Hartsteinregion und tritt in das klüftige wasserdurchlässige Kalkgebirge ein, das auch die Donau, nur etwas nördlicher, zu durchschneiden beginnt. Statt aber ihren östlichen Weg fortzusetzen, biegt die Wutach jetzt plötzlich im rechten Winkel nach Süden um und sägt sich in wildromantischer Felsenschlucht als prächtiger Forellenbach in tollen Sprüngen zum etwa 250 m tiefer dahinfließenden Rhein hindurch. Nur ein kleiner Bach, die Aitrach, setzt die alte Wutachrichtung östlich von Achdorf fort und mündet nach kurzem Laufe bei Geisingen in die Donau (vergl. Abb. 3).

Daß diese Aitrach wirklich das alte Wutachbett zur Donau benutzt, dafür gibt es nach Jassoy einen schlagenden Beweis. Die Aitrach durchfließt ausschließlich Weißen Jura, aber im Untergrund ihres Tales liegen überall neben Jurablöcken zahlreiche Rollstücke von Schwarzwaldgesteinen, die an der oberen Wutach anstehen und von dieser voreinst zur Donau verfrachtet wurden. Die Wutach war also früher ein Nebenfluß der Donau, bis (vermutlich in der jüngeren Diluvialzeit) der in größerer Tiefe strömende Rhein sie an sich riß, begünstigt durch die potentielle Energie der großen Höhenunterschiede und den Spaltenreichtum des wasserlöslichen Kalkgebirges.

Nach dieser Feststellung liegt die Frage nahe, was die Donau selbst beim Durchfließen dieser für sie so gefährlichen Strecke tut? Die Antwort erhält man, wenn man von der Einmündung der Aitrach donauabwärts nach Immendingen wandert (vgl. Abb. 3). Bei diesem Orte beginnt die sogenannte Donauversinkung, die sich auf einer etwa 30 Kilometer langen Strecke an vielen Orten mehr oder minder deutlich bemerkbar macht.

Dicht hinter Immendingen biegt die Donau nach Süden aus und drängt sich auf eine kurze Strecke hart an den südlichen Talrand heran, dessen Gehänge hier etwa 100 m hoch ziemlich steil ansteigen, ehe man das mehrere Kilometer breite Plateau erreicht, das sich sanft gegen den Rhein und Bodensee sich absenkt. Nach menschlichem Ermessen sollte das ein reichlich genügender Schutzdamm gegen Wasserverluste sein (vergl. Abb. 4). Aber gerade an dieser Stelle, am sogenannten Brühl, versinkt die Donau in der trockenen Jahreszeit (Juli bis Oktober) für durchschnittlich zweieinhalb Monate völlig. Fische verenden zentnerweise in den austrocknenden tiefsten Stellen des Flußbettes, faulende Wasserpflanzen verpesten weithin die Luft. Aber auch zu Zeiten stärkeren Wasserzuflusses, wenn keine völlige Versinkung der Donau stattfindet, ist die Wasserabzapfung an dem gurgelnden Geräusch des zur Tiefe abstürzenden Wassers und an den strudelnden Bewegungen der Wasseroberfläche zu erkennen. An flacheren Stellen sieht man trichterförmige Vertiefungen in den Kiesmassen des Donaubetts, zu denen das Wasser sich in Rinnen den Weg bahnt, um dann in unzugängliche Klüfte abzusinken.

An einem weiteren als Sinkstelle verdächtigen Orte, vor dem oberen Tore von Tuttlingen, bildete sich 1917 durch den Einsturz unterirdischer, vom Wasser ausgewaschener Höhlen eine richtige Doline, d. h. eine trichterförmige Erdsenke, wie man sie im Karst bei Triest zu hunderten findet. Drei Männer konnten damals 60 Klafter weit in dem durch den Einsturz bloßgelegten steil abschüssigen Bette des Höhlenflusses vordringen, bis Grundwasser ihnen Halt gebot. Andere undichte Stellen, ähnlich der oben beschriebenen am Brühl, wenn auch nicht ganz so auffällig, finden sich im Donaubett 3 Kilometer oberhalb bei Immendingen selbst, ferner bei Möhringen und namentlich bei Fridingen,

Digitized by Google

15 Kilometer unterhalb von Tuttlingen. Überhaupt scheint der ganze Talgrund in dieser Gegend leck zu sein, worauf auch der auffallend tiefe Grundwasserstand mancher Brunnen hindeutet.

Und wohin strömen die der Donau entzogenen Wasser? Gewöhnlich kommen doch solche versunkenen Gewässer unterhalb der Versinkstelle im gleichen Flußbett wieder zu Tage. Bei der Donau ist es leider anders. Sie bleibt dauernd geschädigt, und die Abzapfung nimmt von Jahrzehnt zu Jahrzehnt zu.

Schon lange hatte man die Riesenquelle der Hegauer Aach, die größte Quelle Deutschlands, die in Luftlinie gemessen 12,5 km südöstlich von Immendingen und etwa 170 m tiefer am Südhang des Jura aus einem sehenswerten Quelltopf — dem Aachtopf — aufsprudelt (vergl. Abb. 4) und durchschnittlich 7000 l Wasser in der Sekunde fördert, die sie in kurzem Laufe zum Bodensee, also zum Rheine leitet, in Verdacht, das verschwundene Donaugewässer zu sein. Diese Vermutung wurde seinerzeit durch Einwerfen von mehreren Hundert Zentnern Kochsalz in die Donau kurz vor der Versinkstelle am Brühl und später durch Färbung des Donauwassers mit Fluorescein vollkommen bestätigt. Eine 25 m tiefe und 200 m lange Einsenkung nördlich der Aachquelle am Berghang deutet unter anderem an, welchen Lauf etwa der Höhlenfluß unterirdisch bis zum Aachtopf hin nimmt. Jassoy berichtet auch, daß es einem Taucher einmal gelang, 12 m tief in den Trichter der Aachquelle hinabzudringen; dann warf ihn die Flut, die ihm aus einem über 1 m² großen Loche entgegenströmte, unwiderstehlich zurück.

Die Donauversinkung hat aber nicht nur eine naturwissenschaftliche, sondern auch eine wirtschaftliche Seite, denn die württembergische Stadt Tuttlingen beklagt sich seit vielen Jahren über die schwere Schädigung, die sie durch die ständig zunehmende Ableitung der Donau in den Rhein erfährt. Bisher sind diese Klagen ungehört verhallt, denn das Wasser der Aachquelle wird durch badische Fabriken ausgenutzt, und um deren Interessen zu schützen, haben die badischen Behörden bei hoher Strafe verboten, durch Verstopfen der Sinkstellen, wie es früher geschah, dem sogenannten natürlichen Laufe der Gewässer Einhalt zu tun. Wenn man aber in Rechnung zieht, daß die Donau bei ihrem ungeregelten Absinken durch unterirdische Klüfte und Spalten eine solche Verlangsamung der Fließbewegung erfährt, daß sie im Mittel 60 Stunden gebraucht, um trotz des sehr hohen Gefälles von 170 m die 12,5 km entfernte Aachquelle zu erreichen und daß fast die ganze Energie dieses großen Gefälles nutzlos verloren geht, so sollte man meinen, eine bessere Lösung als das behördliche Verbot müsse unschwer gefunden werden können. Jassoy weist denn auch auf den von Wasserfachleuten herrührenden Vorschlag hin, beim Brühl einen leicht gesenkten Stollen von etwa 3 km Länge anzulegen, daran weitere 12 km Rohrleitung bis in die Gegend der Aach zu schließen und die so gefaßte Wasserkraft auf moderne Turbinen zu leiten. Auf diese Weise würde sich eine solche Unsumme von Kraft aus dem hohen Gefälle gewinnen lassen, daß man einesteils alle berechtigten Wünsche der badischen Fabriken erfüllen, andernteils aber auch der dann im Versinkungsgebiet abzudichtenden württembergischen Donau diejenige Wassermenge erhalten könnte, die ihr von Rechts wegen und aus hygienischen Gründen gehört. Auf diese Weise würde ein zurzeit sterbender Fluß zu neuem Leben erweckt werden können, allen Bewohnern der angrenzenden Gebiete zum Heil und zum Nutzen. W. H.

Aus der Geschichte des Wasserkraftrechts

Von Kloes-Dresden. (Schluß.)

Das sächsische Recht in obersächsischem Gewand hat der unbekannte Verfasser des Rechtsbuches nach Distinktionen um 1360 aufgezeichnet. Diese Zusammenstellung gelangte in Ostfalen, Thüringen, der Mark Meissen und Schlesien zur Anwendung. Sie hatte den Sachsenspiegel und das Goslaer Stadtrecht zum Vorbild gehabt.

Die wasserrechtlichen Bestimmungen des Ssp. sind in ihr genau enthalten. Die Rechtsstellen entsprechen dem Ssp. II, 56, 61, 66. Auf Mühlen bezügliche Angaben enthalten mehrere Distinktionen

Diese ausführliche Regelung der Anlagen der Mühlen ist zweifellos aus Vorschriften einzelner Märkerversammlungen hervorgegangen.

Eine Bearbeitung des Rechtsbuches nach Distinktionen stellt das Eisenachsche Rechtsbuch aus dem 15. Jahrhundert dar. Es enthält eine Anzahl Wasser- und Mühlenrechtsbestimmungen, die in dem ersteren sich nicht finden. III, 73, 74, 106 entspricht dem Ssp. II, 28, 56, 57; III, 94 dem Rechtsbuch nach Dist. V, 4, 1—6, 8—10, 14, 15.

Zum sächsischen Recht gehört auch das Rechtsbuch des Eisenachischen Chronisten Rothe (um 1400, oft nach dem Bearbeiter Joh. Purgoldt genannt), das das Ssp.-Recht in allen Beziehungen bestätigt. Hervorzuheben ist nur die Bestimmung in II, 3, 4, die auf das Mühlenrecht Bezug hat. II, 3, lautet: „die großen schiffreichen wazzer ... sind gemeyne und darum ist auch das Fischerrecht gemeyne; II, 4: Die kleynen wasser, die nicht schiffreich sind, do man die kaufschätze nicht kann uff zu faren, die sint der herren erbe, die damit belehnt sint, oder denen das land ist, da sie zu gehoren, und die mag man verbauen mit wehren machen und richten, das man die schiffreichen wasser nicht thun darf und die vischweyde sind der herren oder der Leute, den sie gehoren und der erbe es ist. Desselben gleichen sind die kleynen bache der Leute, durch deren erbe sie fließen; sie sind aber aller Menschen gemeyn zu röthen, zu waren, zu waschen, zu tränken, zu schwemmen, zu baden, und dergleichen."

Eine Nachbildung des Ssp. ist der Deutschenspiegel, um 1250 entstanden. Er lehnt sich an schwäbisches Recht an. Die wasserrechtlichen Bestimmungen des Ssp. (II, 28, 56, 66) gibt er in den Artikeln 136, 138, 147, 148 wieder. Für das Mühlenrecht ist er ohne Bedeutung.

Auch der Schwabenspiegel, dessen Verfasser schwäbisches Recht bevorzugte (1275), wiederholt die gleichen Rechtssätze des Ssp. in Art. 196, 197 und 248.

Das Kleine Kaiserrecht (1300), das fränkisches Recht enthält, folgt ebenfalls dem Ssp. in Kap. 206, 208.

In Oberbayern gilt im Mittelalter das Rechtsbuch Kaiser Ludwigs des Bayern (1346). Auch in ihm sind die wasserrechtlichen Bestimmungen gleichen Inhalts (Art. 156, 349, 350). Vom Mühlenrecht handelt Art. 336: „Wo zween müllner mit vorsprechen für recht koment und mit einander zu krieg werden, umb ir wazzer, ein oberer und ein niederer, oder ob ir mer ist, den sol man....."

Aus all den angeführten Rechtsstellen geht hervor, daß das Wasserkraftrecht Deutschlands westlich der Elbe im Mittelalter gleiche Rechtsgrundsätze gehabt hat. Durch die sich aus den örtlichen Verhältnissen ergebenden, verschiedenartigen Eigentumsbeziehungen der Güter, der Allmende und der gemeinen Mark wurden sie indessen mannigfaltig abgestuft. Die Grundzüge des Rechts waren einfacher Natur. Die Ausgestaltung der Rechtsbeziehungen zwischen Markgemeinde, Gutsherrlichkeit und nutzender Person ist im Einzelfalle oft sehr verwickelt. —

Die Rechtsentwicklung in den kolonisierten slawischen Gebieten gestaltete sich verschiedenartig. Die Gebiete Deutschlands im Osten der Elbe bis zur Weichsel waren vor der Völkerwanderung von Germanen besetzt. Tacitus erwähnt die Hermunduren, Semmonen, Burgunder, Anglier, Teutonen, Sachsen, Variner, Rugier und Gutonen. Jenseits der Weichsel nennt er die slavischen Aestier (Littauer) und Wenden (Venedae) an der mittleren Weichsel. Im

Digitized by Google

Laufe der Jahrhunderte zogen sich alle germanischen Völker über die Elbe und Saale zurück und eroberten die rheinischen und oberdeutschen Gebiete. Schon um die Zeit der Zerstörung des thüringischen Reiches (531) ist die Gegend östlich der Saale den Slawen preisgegeben. 568 versetzt Siegbert von Francien nach dem Abzug von 25 000 Sachsen aus dem Gebiet zwischen Bode und Wipper, welche sich den Langobarden anschlossen, die von den nach Italien ausgewanderten Sueben zurückgebliebenen Leute in das linksrheinische Gebiet, um der Macht der Slaven auszuweichen. Im 7. Jahrhundert kämpften die Franken gegen die Tschechen in Böhmen und Mähren. Herzog Rudolf von Thüringen verteidigte um 650 sieghaft die Saale. Das Gebiet südlich am oberen Main bis zur Rednitz und östlich von Saale und Elbe wurde den Slaven überlassen. Um 700 besetzten sie Rügen, Mecklenburg, Schleswig. In die Gegend um Dannenberg und Lüchow wanderten endlich auch die Slaven über die Elbe. Karl der Große setzte 805 eine sorbische Grenze (limes sorabicus) zur Bewachung durch Markgrafen und Grafen fest, die jeden wechselseitigen Verkehr verhindern sollten unter Verbot der Waffenausfuhr und über Regensburg, Nürnberg, Bamberg, Erfurt, Naumburg, Merseburg, Magdeburg, Lauenburg, Segeberg, Schwentine, Kiel lief. Die Nordslawen gründeten seit dem 9. Jahrhundert von Fürsten und Beamten geleitete Staaten. Der Adel war zahlreich und reich an Grundbesitz. Die Nordwenden wohnten von Schleswig bis zur Oder in kleinen Volksreichen, die Tschechen in Böhmen als selbständigem Staat. Die Dorfstaaten Polen, Pommern, Schlesien und die Neumark unter dem großpolnischen Reiche der Piasten (840—1370) zerfielen in die Völkerstämme der Budrizen, Milzener, Lausitzer, Sorben, Daleminzier, Wolhynier, Sleezaner usw., welche wiederum als Landbezirke unter Vorstehern (Supanen, Starosten) standen. Ähnlich wie die Germanen schieden sie Ackerland und Gemeinland (Wald, Gewässer). An beiden stand den Bauern das Nutzungsrecht zu. Das Eigentum an letzterem und das Obereigentum an ersteren gehörte indessen dem Fürsten als Vertreter des Volkes und Gauverbandes. Der Wiedereroberung und Kolonisierung der slawischen Gebiete ging eine Festigung der deutschen Grenzmarken durch die Könige voraus. Die Sachsen waren von der Völkerwanderung am wenigsten berührt worden. Der sächsische Adel hatte sich im Laufe der Zeit unter Führung der Stammesherzöge zu einer starken Macht entwickelt. Indessen war eine Erstarkung der Gutsherren zu kleinen Landesherren in Grafschaften, Vogteien und Immunitäten, wie sie in den Rheinlanden und Frankreich anzutreffen waren, nicht zu beobachten. Außer den Grafen von Altona, Arnsberg und Ravensburg besaßen nur die Grenz- und Markgrafen, die Bischöfe und Stammesherzöge als Reichsbeamte Selbständigkeit. Nur große Gebiete waren unter die Leitung dieser Personen geordnet. Karl der Große gab den Grafen zum Stellvertreter im echten Ding Beamte bei (Fronboten, Oberboten, Schultheiß). Zum Leiter der gebotenen Dinge wurden Gogreven ernannt, die über den Dorfgerichten unter Bauermeistern, Heimburgen, Dorfgraven oder Schulzen standen. In den Ämtern wurden Vogteigerichte als niedere Gerichte gegründet. Allmählich wurden die Hochgerichte jener Reichsbeamten zu Obergerichten. Die königlichen Grafengerichte traten zurück, wurden zu übertragbaren Freistühlen, später wegen des Blutbannes Vemgerichte genannt. Die überlieferte Rechtsprechung bildete sich in den Hof-, Stadt-, Kloster-, Patrimonialgerichten und Amtsvogteien aus. Die gemeinfreien Bauern sanken in Sachsen nur selten zu Hofleuten herab. Auch die Hörigen, die Laten hatten eine freiere Stellung als in Franken. Die Grundherren suchten nicht nur durch Ausnutzung der wirtschaftlichen und politischen Verhältnisse ihren Besitz zu stärken, sondern legten auch vielfach neue hörige Dörfer auf freien Landen an. Auch Marschen an der unteren Weser und Elbe wurden um 1100 durch weltliche und geistliche Grundherren mit Holländern besiedelt (Moorkolonien, Hollerland, Neunlande bei Bremen nach Entwässerungen) und angebaut. Die höheren adeligen Reichsbeamten Sachsens hatten sich nun allmählich zu reichen, angesehenen Landesherren emporgeschwungen. Sie lehnten sich gegen die königliche Herrschaft und die Christianisierung auf. Karl der Große zwang sie aber in blutigen Kämpfen (772—804) unter seine Gewalt, errichtete Bischofssitze und führte die fränkische Grafschaftsverfassung mit Abänderungen ein. Zur Bekämpfung der Slaven und Schutz der Sachsen, die schwer gegen die Wenden anzustehen hatten, unternahm er Züge gegen die Wilzen in Brandenburg (789), gegen die Avaren (791—799) und Tschechen (805—807). Nachdem in den Verträgen zu Verdun (843) und Mersen (870) Frankreich und Deutschland getrennt wurden, setzten die Kämpfe gegen die Slaven, die auf einen Übertritt zum Christentum nicht eingingen, von neuem ein (851, 869, 874, 892). Im Jahre 908 wurde dem Ludolfinger Otto dem Erlauchten der militärische Oberbefehl in der Mark Thüringen von König Arnulf übertragen. Er schwang sich mit Hilfe eines großen Grundbesitzes zum Herzog empor, wie ja das ostfränkische, deutsche Reich von nun an aus fünf Stammesherzogtümern (Bayern, Schwaben, Franken, Lothringen und Sachsen) bestand. Dem sächsischen Fürsten lag diese Sicherung sehr nahe, so daß er danach strebte, seine Herrschaft bis zur Elbe auszudehnen. Die nördlich Magdeburg am linken Elbufer gelegene Ostmark ist wahrscheinlich im 10. Jahrhundert von den Deutschen besiedelt worden, während das westlich davon gelegene hannöverische Wendland erst im 13. und 14. Jahrhundert kolonisiert wurde. Sein Sohn Heinrich I. zerstörte 924 Magdeburg und legte eine große Anzahl fester Plätze an Saale und Elbe an und bekämpfte die Heveller in Brandenburg, die Daleminzier bei Jena und Pulsnitz, die Tschechen in Böhmen, befestigte die Burg Meißen (928) und erhob Daleminzien und Nisani, das Gebiet westlich der Elbe von Strehla bis Pirna, zur Markgrafschaft (932). Otto I. gründete die Bistümer Havelberg und Brandenburg und errichtete ein Markgraftum (940) in der Provinz Sachsen unter Gero, der die Lausitzer besiegte (963). Magdeburg wurde 966 Erzbistum. Die Mark Geros zerfiel nach seinem Rücktritt in fünf kleinere Marken: Nordmark (Brandenburg), Ostmark (Nordostsachsen), Zeitz, Merseburg und Meissen. Der Besitzstand zwischen Deutschen und Slaven ist dauernd schwankend. Einfälle und Kämpfe zwischen beiden Parteien sind häufig. Die Lausitz gehörte 1028—1031 zu Polen, wurde 1067 von Heinrich IV. an Böhmen gegeben, 1253 ging Budissin an Brandenburg durch Kauf über, wurde von Adolf von Nassau 1291 als Reichslehn eingezogen. Nach mehrfacher Veränderung wurde die Niederlausitz 1462 wieder an Böhmen gegeben. Die Oberlausitz gehörte bald diesen, bald jenen Adligen zu Lehen. Die Markgrafengeschlechter wechselten oft, obwohl auch diese Ämter allmählich erblich wurden. Inzwischen wurden die schweren Kämpfe, die das Königtum gegen die Sachsenherzöge führte, um deren reiche Güter wieder zu gewinnen, zugunsten der letzteren zu Ende geführt. Die Stammesherzöge behielten ihre erblichen Reichsämter und Lehen. Das Reichsland östlich der Elbe hörte allmählich auf, Reichsgut zu sein. Das Obereigentum des Königs erlosch zugunsten der Grund- und Landesherren. Nur an einzelnen Orten erhielten sich noch Reichslehen. Das dem Grenzgrafen verliehene Land wurde deren Eigentum. Diese Grenzmarken stellten im Gegensatz zum alten Volksland keine gemeinen Marken dar. Die Kolonisation des Ostens Deutschlands ging nun an die Stammesherzöge und Markgrafen über. Der König wandte sein Augenmerk Italien zu und besiegelte damit den Anfang der Auflösung der Monarchie in einen Staatenbund. Die Mark Meissen kam 1089 an die Wettiner, ein in Ostfalen ansässiges thüringisches Adelsgeschlecht, die sie bis zur Neuzeit in ihrem Besitz erhalten haben. Bis 1100 werden die Markgrafen und deutschen Ritter sich darauf beschränkt haben, die deutsche Herrschaft zu sichern. Wahrscheinlich werden sie mit dem slavischen Adel manchen Strauß ausgefochten haben, denn es finden sich im 12. Jahrhundert sehr wenige Vertreter dieses Standes. Die Kolonisation der Mark mit eingewanderten Leuten begann erst um 1100.

Digitized by Google

Die Slaven hatten nur das ebene Land Obersachsens besiedelt. Die Gebirge waren menschenleer. Anfangs zog man nur deutsche Lehnsleute und Ministerialen aus Thüringen und Franken zur Besetzung der Burgwarten und der slavischen Dörfer heran. Bald ging man aber dazu über, sich mit meist vermögenden Unternehmern (Locatores) in Verbindung zu setzen, die Bauern aus dem übervölkerten Altdeutschland zur Besiedelung der alten slavischen oder neuanzulegenden Ortschaften heranführten. Die Landesherren und Klöster vergaben meist das Land an Vasallen, Dienstmannen (milites rabi) als Dienstland oder an Bürger, die in Obersachsen stets lehnfähig waren, zu Lehen. Diese veranlaßten nun die eigentliche Besiedelung. Wiprecht von Groitzsch z. B. holt Bauern aus der Gegend von Lengefeld in Franken. Der Bischof Gerung in Meissen macht Flandern in Kühren bei Wurzen ansässig. In der Regel wurde der Locator zum Lohn für die Ansiedlung der Bauern zum Vorsteher und Richter des neuen Dorfes als Erblehnrichter (Erblehngut, Erbgut) gemacht. Er erhielt einige Hufen abgabenfrei als erbliches Lehn, die Polizeigewalt, das Ortsrichteramt, ⅓ der Gerichsgefälle mit der Verpflichtung, die Abgaben und Leistungen der Bauern einzutreiben, die Hufen besetzt zu halten und ein Lehnpferd für den Herrn zu stellen. Die Bauern hatten nicht die angesehene Stellung des Lehnrichters. Sie waren erbzinspflichtig (in Geld und Naturalien). Die Nutzung ihres Landes war vererblich, aber nicht unbeschränkt übertragbar. Das Eigentum am Grund stand dem Herrn zu. Persönlich waren sie frei. Gerichtlich unterlagen sie dem Schulzenniedergericht und dem Vogtding oder Landgericht als Obergericht. Indessen erlangte später der Grundherr auch das letztere „judicium in corpore et in re". Wie zahlreich manche Stämme in Obersachsen einwanderten, ersieht man aus den im Erzgebirge so häufig vorkommenden fränkischen Waldhufen, die den Franken aus Hessen, Nassau und Thüringen bekannt waren und sich vom Dorf in Streifen bis zum Wald erstrecken. Selbst der erzgebirgische Sprachdialekt ist in den Selbstlauten ostfränkischer Art. Die Flur wurde in Gewanne eingeteilt, die je nach der Anlage des Dorfes und der Bewohner geordnet wurden. Im Erzgebirge entstanden fast nur fränkische Reihendörfer (mit aneinandergereihten Häusern), während im alten Volksland außer den westfälischen und friesischen Einzelhöfen keltischen Ursprungs meist Haufendörfer (planlose Gütergruppen) zu finden sind. In den nördlichen ebenen Gebieten, in denen die Slaven wohnten, wurden die slavischen Grundformen der Rundlinge (um den Platz liegende Gehöfte) und Straßendörfer von den eingewanderten Sachsen, Flamländern, Thüringern und Bayern weiter entfaltet. An die slavische Wirtschaft und Verwaltungsart lehnte man sich übrigens in vielen Beziehungen an. Die slavischen Gaue (Supenien) wurden der Verwaltungsorganisation zugrundegelegt. Das Bedeverzeichnis des Amtes Meißen vom Jahre 1334 verzeichnet 210 Dörfer, von denen 60 Withasen, die andern aber Supanen untertan waren; im ganzen aber in 15 Supaneien eingeteilt waren. Unter den Supanen sind die Lehnrichter zu verstehen, die über die Zins-Bauern und Hörigen zu bestimmen hatten. Die slavischen Namen der alten Dörfer sind häufig beibehalten worden, während im Erzgebirge die neuen Dörfer nach der Herkunft der Ansiedler (z. B. Baierfeld, Frankenberg, Sächsstadt [Freiberg], Sachsenburg, Doringthal [Dorenthal]) oder nach den Lokatoren (z. B. Ottendorf, Burkhartsdorf) benannt wurden. Außer den markgräflichen Ämtern gab es indessen noch eine Anzahl Grundherren, deren Land nicht den Ämtern unterstand, z. B. der Burggraf von Meißen, dessen Reichslehn 1426 nach dem Aussterben des Geschlechts an den Markgrafen überging, der Bischof von Meißen, die Herren von Schönberg auf Purschenstein und Savda, von Dohna, Königsbrück, Pulsnitz, Schellenberg, Lichtenstein (1212). Auch reiche Bürger aus Freiberg werden als Grund- und Lehnsherren und Lokatoren genannt. Daneben kolonisierten um 1200 die Klöster von Buch, Altzella, Geringswalde, Grünhain, Dobrilugk, Neuzelle (1268) eifrig. Allmählich verschmolzen sich die an Zahl geringeren Wenden mit den deutschen Ansiedlern, so daß der amtliche Gebrauch der wendischen Sprache bereits 1327 in Leipzig, Altenburg und Zwickau und 1424 in der Mark Meißen verboten wurde. Zahlreiche Städte (Freiberg, Leipzig, Chemnitz 1200) und Dörfer blühten rasch empor, so daß der Strom der Einwandernden sich über die Mark hinaus nach der Lausitz erstreckte. Entlang der hohen Straße Frankfurt, Leipzig, Großenhain entstanden in Tagesfahrtabschnitten Städte: Königsbrück (pons vide regiae), Kamenz, Bautzen, Löbau, Görlitz, Lauban. Dazu kam das Streben des Dienst- und Uradels, um an dem Aufschwung des Adels im Tournier- und Kreuzzugwesen mit Hilfe reicher Mittel teilnehmen zu können, sich durch die Unternehmungen der Anlage von Dörfern, welche mit ihren Erbzinsen und Gerichtsgefällen gute Einnahmequellen waren, zu bereichern. Während im alten Deutschland die zahlreichen, oft sehr kleinen Rittergüter nur Rentengrundschaften waren, stellten die Grundherrschaften des Ostens wirtschaftliche Unternehmungen dar. Die Bauern mußten Erbzinse in Gestalt von Geld und Naturalien liefern. Zwei Drittel der Gerichtsgebühren liefen in die grundherrliche Kasse. Die Bau-, Schlacht-, Schenkbefugnis wurde häufig als Dorfnutzung zinspflichtig gemacht, sofern sie nicht dem Lehnrichter oder Erbschulzen abgetreten wurde. Da auch die Gewässer als Teile des Grundes den Grundherren als Lehn- oder Eigenherren gehörten, so wurden auch die Nutzungen an ihnen zinspflichtig gemacht. Der Gemeingebrauch der Gewässer zum Schöpfen, Tränken, Waschen, Röthen, Flößen, Fahren, freie Fischerei wurde den Bauern frei zur Verfügung gestellt. Einige Arten des Gemeingebrauches wurden häufiger mit Angaben belegt: Schiffahrt, Flößerei, Niederlage, Fähre. Die Nutzung zum Mühlenbetrieb und Fischzucht (meist Teichwirtschaft) wurde indessen nur gegen Erbzins überlassen. Selten wurde sie dem Erblehnrichter abgetreten. Für Bewässerungen, Teich- und Fischzuchtanlagen mußten Wasserzinse gegeben werden. Der Erbzins für Mühlen war außerordentlich hoch. Er bestand aus dem Zins für das Gut und die Wassernutzung und Mahlgerechtigkeit. War der Mahlzwang der Mühle verliehen, so war der Zins oft um die Hälfte höher. Er wurde nach der Zahl der Gänge der Mühlen berechnet. Welche wirtschaftliche Bedeutung einer Mühle beigemessen wurde, ersieht man aus den damaligen Kaufverträgen. Wie man sich in wirtschaftlichen Beziehungen an Altdeutschland anlehnte, so wandte man auch in den kolonisierten Gegenden das gewohnte Recht an. Im Osterland, Obersachsen und den Lausitzen wurde das sächsische Recht eingeführt. Es bildeten sich Oberhöfe zu Halle, Leipzig und Magdeburg, die in Zweifelsfällen angerufen wurden. Der Sachsenspiegel war in weiten Kreisen verbreitet. (Ssp. III, 79, Vgl. Cod. dipl. Sax. II, 15 N. 268. 1275: „Ritter K. von Rydeburg verkauft an das Kloster zu Grimma das Dorf Hof (Höfgen) mit dem Patronatrecht, dem Gericht, den zugehörigen Äckern und Wiesen, den Wassern und Wasserläufen (d. h. der Mulde), den Fischereien, den vorhandenen und künftig anzulegenden Mühlen, den Zoll auf der Mulde, das die Mulde abwärts geflößt wurde: cum omni iure et utilitete judicio tam in ippa villa quam in campis, terris cultis et incultis, vineis, pratis, pascuis, aquis, aquarumve decursibus, piscationibus, molendinis, constructis vel imposterum construendis, viis inviis, exitibus et reditibus, theloneo, quod dari consurevit de lignis, quae ducuntur per fluvium, qui mulda dicitur, in descensu....")

Das sächsische Recht wurde in allen neuen Provinzen östlich Saale und Elbe eingeführt. Mit dem Vordringen der Deutschen wanderte es nach Holstein, Mecklenburg, Brandenburg, Pommern, West- und Ostpreußen, Posen, Schlesien, Böhmen und Mähren. In allen neuen Ansiedelungen wurde es geübt. In zahlreichen Umarbeitungen tritt es im Görlitzer Rechtsbuch (1304) auf, im Rechtsbuch nach Distinktionen (1350), in der kulmischen Handfeste (1233 von Großmeister Hermann von Salza), in den zahlreichen Stadtrechten und Stadtbüchern von Magdeburg, das Mittelpunkt aller sächsischen rechtlichen Oberhöfe von Bres-

Digitized by Google

lau, Krakau, Thorn, Kulm, Halle, Leipzig, Dresden, Naumburg, Brandenburg, Stendal, Spandau, Neumarkt, Liegnitz, Ratibor, Schweidnitz, Olmütz, Lemberg, den preußischen Ordenslanden und Polen wurde mit den Entscheidungen an Herzog Heinrich I. von Schlesien (1201—1238), für Breslau (1261—1295), Kulm (1338), Schweidnitz (1363), Halle (1364) und dem sächsischen Weichbildrecht; von Stettin, Freiberg, Hamburg usw. —

Auch das Wasserrecht des Sachsenspiegels wurde übernommen. In vielen Gemeinden bildeten sich aus den Erbbauern (Hufener) Nachbargemeinden, die eine Gesamtnutzung an der vom Grundherren zugewiesenen Allmende, die der Gemeinde in festen Grenzen zugemessen war, besaßen. Außerhalb des Ackerlandes und der Dorfmark lag das dem Grund- oder Landesherrn ausschließlich zustehende Land der Grenzmarken, deren Nutzungen den Dorfgenossen nur innerhalb bestimmten Rahmens zuerkannt wurden (z. B. Beerenpflücken, Holz- und Spreulesen, Sand-, Kies-, Steinabfahren, freie Fischerei, Gemeingebrauch an den Gewässern). Allerdings gehörten zur Allmende nicht die Gewässer. Diese blieben dem Grundherrn zu eigen vorbehalten. Das Obereigentum der Grundherren am Gewässer wird als jus fluminis einschl. der Befugnis zur Verleihung von Sondernutzungen (Müllerei, Fischzucht usw.) bezeichnet. Insofern wurde das sächsische Wasserrecht in allen kolonisierten Gebieten durchbrochen. Wie aber nach sächsischem Recht die Mühlnutzung den Markgenossenschaften zustand, so im Osten den Grundherren. Die Nutzungen an den schiffreichen Gewässern Elbe, Oder und Weichsel nahm als an regalen Flüssen des Reichslandes von Anfang an der König in Anspruch. Er vergab sie an Markgrafen, Burggrafen, Stiften, Bistümer, die sie weiter verpachteten oder verkauften. Erhebliche Nutzungen an Nebengewässern wie Fährrechte, Fischzuchtrechte an Teichen standen den Grundherren zu.

Die Wassernutzung zum Mühlenbetrieb und die Mahlgerechtigkeit unterlag, wie nach sächsischem Recht den Markgenossenschaften, dem Grundherrn. Durch dessen Verleihung gegen Abgaben erwarb der Müller eine Sondernutzung am Gewässer und ein Privileg zum gewerblichen Betrieb. Soweit dieses nicht durch schriftlichen Vertrag bewiesen werden konnte, trat der Erwerb des Nutzungsrechtes durch Ersitzung ein. Die Erbzinszahlung war stets Beweis für die Verleihung des Rechtes, ebenso wie die Zinsverpflichtung von Erbbauern oder Dörfern das Eigentum des Grundherrn bezeugte.

Die Nutzungsrechte werden nicht mehr der Markgemeinde, sondern der Nachbargemeinde zuständig. So wurden bald alle freien Gewässer genannt. Auch die Anschwemmungen, Inseln, verlassene Betten fielen dem Anlieger als Nutzungen zu. Die Rechte der benachbarten Gemeinden wurden genau so gehütet wie im alten Reichsland. Die sich neu ansiedelnden Pachtbauern (Laßbauern, Lassiten), die Gartenbesitzer (Gärtner, Kossäten mit Haus und Ackerland, Kleinbauern), Häusler (ohne Land, Handwerker, Arbeiter, Frauen), Hausgenossen (Mieter, Einlieger, Auszügler, Fremde, Gesellen, Tagelöhner, Gesinde) besaßen keinerlei Nutzungsbefugnisse an den Gewässern.

Dieselbe Entwicklung des Wasserkraft- und Mühlenrechtes ist in den anderen rechtselbischen Gebieten zu beobachten. Von Kolonisationen seien in kurzen Angaben noch folgende berichtet: Abt Arnold von Ballenstedt siedelte bei Dessau Flandern 1159 an. Erzbischof Wichmann von Magdeburg begründete 1159 mit Flamländern das Dorf Wusterwitz an der Havel, 1164 den Ort Poppendorf mit Westfalen, 1158 Krakau an der Elbe mit Holländern. Markgraf Albrecht der Bär von Brandenburg schickte um 1160 Boten nach Utrecht und ließ Holländer, Flanderer, Seeländer in Scharen heranführen, die er in den slavischen Orten mit Hilfe grundherrlicher Lokatoren und Erbschulzen ansiedelte (Helmold, chronica slavorum). Graf Adolph II. von Holstein, der 1142 von Heinrich dem Löwen eingesetzt wurde, bewirkte 1143 eine ähnliche Masseneinwanderung aus Holland, Friesland und Westphalen. Heinrich von Skathen, der 1160 Mecklenburg von Heinrich dem Löwen erhalten hatte, siedelte Flandern in dem gesamten Gebiete an. Auch Graf Heinrich von Ratzeburg zog 1162 aus Westphalen Leute nach Polabenland. In Mecklenburg beteiligten sich auch slavische Fürsten an der Kolonisation. Während in Ostholstein die Fürsten die Einwanderung ohne Mittelspersonen (Schulzen) vollzogen außer in den ritterschaftlichen Dörfern, kommen in Mecklenburg überall Lokatoren unter den Erbschulzen (settinke, bissetinke, scultetus) vor. Die Schulzen in den Hägerdörfern hatten eine erweiterte Schulzengewalt (Hägenmeister). Sie urteilten über Hals und Hand. Während in Mecklenburg Grundherren als Lokatoren selten waren — so vergibt z. B. Fürst Heinrich Borwin an Ritter Heinrich von Lützow um 1179 Land —, kamen sie in Pommern häufiger vor. Im Westen traten die Landesfürsten als solche auf, im Osten die Ritter. Sie wurden als solche nicht Erbschulzen, die häufig Setzschulzen besaßen, sondern Eigentümer der Dörfer (domini villae), Lehnherren mit Gerichtsbarkeit.

In Schlesien setzte die Kolonisation um 1160 ein und vollzog sich wie überall in friedlicher Weise bis 1350. Auch die eingeborenen slavischen Fürsten beteiligten sich daran und befestigten dadurch ihre Herrschaft. Die Besiedelung wurde unter Heranziehung von Franken, Thüringern und Westphalen von Dorflokatoren, die zu Erbschulzen ernannt wurden, oder Grundherren veranlaßt. Soweit die slavischen (oft polnischen) Adligen sich daran beteiligten, bedangen sich die deutschen Grundherren die Aussetzung der Kolonisten zu deutschem Recht (Gemeindeverfassung) aus. Als Lokatoren betätigten sich Adlige, Bürger, Bauern, Geistliche usw. Hervorzuheben sind als grundherrliche Lokatoren: Heinrich Herzog von Schlesien, Krakau und Polen (1228), Bischof Thomas von Breslau (1237 — Neiße), Herzog Bolislav (1249), Bischof Lorenz von Breslau (Bielau bei Neiße 1232). Gegen die Mitte des 13. Jahrhunderts wurde der An- und Verkauf von Siedeldörfern unter Großgrundbesitzern, Klöstern usw. zur Spekulation.

Die deutsche Kolonisation hat in den ursprünglich polnischen Gebieten in der gleichen Weise wie in Schlesien stattgefunden. Vor allem hat Kasimir der Große (1333 bis 1370) Städte begründet und deutsche Ansiedler herbeigezogen.

Auch für Böhmen und Mähren gilt das Gleiche. Die Städte im Süden des Königreichs Polen (z. B. Krakau, Lemberg) waren noch im 15. Jahrhundert deutsch und übten deutsches Recht. Nachdem jedoch die Zuwanderung deutscher Leute aufhörte, ging die deutsche Kultur wieder zurück, weil der Adel und die Masse der Bevölkerung polnischer Nation waren.

Durch den deutschen Ritterorden, der von dem polnischen Herzog Konrad von Massovien zur Bekämpfung der slavischen Preußen herbeigerufen wurde, werden die Preußen in blutigen Kämpfen unterworfen (1230—1283). Das Herzogtum Pomerellen wird geschaffen. Der Ordensmeister Hermann von Salza sandte nach den ersten Siegen Boten nach Deutschland behufs Aufforderung zur Auswanderung. —

Digitized by Google

Rundschau

Kurze Nachrichten

Wasserkraftnutzung.

Der Finanzausschuß des württemberg. Landtags bewilligte 1040 Millionen Mark zum Ausbau einer Wasserkraftanlage der Bezirksverbände der Oberschwäbischen Elektro-Werke. — **Wegscheid.** Hier wird sich eine größere Industriegruppe bilden, um das große Haselbacher Wasserwerk mit etwa 800 PS. auszubauen.

Wangen Im Kraftwerk Au der Elektrizitätswerke der Argen A.-G in Wangen fanden dieser Tage die Belastungsversuche der neuen Dieselmotorenanlage mit sehr befriedigendem Erfolg ihren Abschluß, so daß diese weitere Kraftreserve bei Wassermangel und zeitweise eintretenden Spitzenbelastungen nunmehr betriebsbereit zur Verfügung steht. Diese Anlage dient auch als Reserve für die schon konzessionierte, akkumulierfähige Wasserkraftanlage Gottrazhofen mit einer Leistung von 870 PS, welche bei wieder eintretenden stabilen Wirtschaftsverhältnissen zum Ausbau gelangt.

Wasserstraßen.

Frankfurt a. M. Zur Förderung des Ausbaus des Untermaines bewilligte der Magistrat 50 Millionen Mark. — **Hanau.** Der Kreistag bewilligte zu den Vorarbeiten für das See-Fulda-Kanalprojekt 100 000 Mark.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 100) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu dem über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 11. August 1923.

74b, 1. B. 106 893. Richard Bretschneider, Chemnitz, Adelsbergstr. 35. Elektrische Fernanzeigevorrichtung für Flüssigkeitshöhen; Zus. z. Pat. 375 050. 4. 10. *22.*

88a, 6. D. 41 096. Dipl.-Ing. Hans Deutsch, Schlebusch-Manfort. Freistrahlturbine ohne Regler mit künstlichem Gefälle. *21. 1. 22.*

Letzter Tag des Einspruches 14. August 1923.

42e, 1. S. 61 901. Siemens & Halske Akt.-Ges., Siemensstadt bei Berlin. Bewegliche Teile für Wassermesser. 16. 1. *23.*

47b, 28. K. 83 519. Friedr. Krupp Akt.-Ges., Essen, Ruhr. Durch Ausgleichsmaßen dynamisch ausgewuchteter, rasch umlaufender Drehkörper. *2. 10. 22.*

59e, 2. V. 17 884. J. M. Voith, Maschinenfabrik, Heidenheim a. d. Brenz. Vorrichtung zum Nachfüllen von Luft in einen Windkessel durch eine ventillose Flüssigkeitspumpe. 30. 10. *22.*

84a, 2. S. 59 966. Süddeutsche Tiefbaugesellschaft, Polensky & Fischer, München. Vorrichtung zum Einebnen, Belegen, Betonieren u. dergl. von Böschungsflächen an Kanälen und Dämmen. *27. 5. 22.*

84a, 3. S. 60 025. Willy Salge & Co., Technische Gesellschaft m. b. H., Berlin, und Walter Knoch, Charlottenburg, Philippistr. 2. Vorrichtung zum Schließen von Zylinderschützen. 6. 6. *22.*

84a, 4. G. 53 545. Otto Graber, Luzern. Abdichtungsbelag in Hochdruckwasserstollen, Stauseen usw. 7. 4. *21.* Schweiz 7. 4. *20.*

84c, 1. G. 54 054. Philipp Gelius, München, Albanistr. 2. Gefäßbohrer für Gründungsarbeiten. 18. 9. *19.*

88a, 7. E. 28 249. Dr. Heinrich Ehrhardt, Berlin, Lützowstraße 96. Wasserkleinturbine, bei der die Schmierung der Welle durch auf der Welle schraubenförmig verlaufende Nuten erfolgt. *20. 6. 22.*

Gebrauchsmuster.

59b. 847 759. Lommatzscher Maschinenfabrik, Emil Beyreuther, Lommatzsch. Schleuderpumpe. 14. 5. 23. L. 51 806.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserbau. Wasserstollenbau im druckhaften Gebirge. Von Ing. Franz Lepnik, „Zeitschr. des Österr. Ingenieur- und Architektenvereins", 1923, Heft 19/20, S. 116—118. (Die beim Wasserstollen so wichtige Wasserdurchlässigkeit wird gefördert durch nicht baustoffgerechte Arbeitsvorgänge, die die gerade für solchen Zweck günstigen Eigenschaften des Betons wenig ausnützen. Berücksichtigung des federnden Verhaltens des Betontrag-

Zeichenutensilien
Zeichenpapier, Lichtpauspapier
ALBERT SECKSTEIN
Gabelsbergerstr. 55
Bestsortiertes Fachgeschäft für allen Zeichenbedarf

Telegramm-Adresse: Seckstein MÜNCHEN Telephon-Nummer 53132

69/190

Bayer. Metall- u. Eisen-A.-G.

Telefon 72771—75 73970 **MÜNCHEN** Aberlestr. 13

Altmetalle
Neumetalle
Gußbruch
Schrott
Schmelzeisen

Telegr.-Adr.: **Metallag.**

Digitized by Google

werkes auf Grund neuzeitlicher Standfestigkeitslehren zeigt Wege zur Bekämpfung der Wasserdurchlässigkeit, die bei säurehältigem Gebirgswasser (Gips) zur Zerstörung des Bauwerkes führen kann, an Hand von Beobachtungen an einem im Bau befindlichen Freispiegelstollen.)

— Der elektrische Wassergeschwindigkeitsmesser, System DBF., „Schweizerische Bauzeitung", 1923, Nr. 12, S. 140—151, 3 Abb. (Beschreibung des neuen Systems, das gegenüber dem Woltmannschen Flügel große Vorteile besitzt.)

— Abdichtung des Untergrundes von Staudämmen. Von Reg.-Baumeister Dr. Ing. Schmidt, Münster i. W., „Zentralbl. d. Bauv." 1923, Nr. 23/24, S. 139—141, 3 Abb. (Bauausführung einer 30 m tiefen Betonschürze am Wanaque-Staudamm in New-Jersey. Verwendung von 27 m tiefen eisernen Spundwänden. Hinweis auf den ersten Dichtungsschutz beim Yarrew-Staudamm.)

Wasserkraftnutzung Die Schlammführung einiger steirischer Gewässer. Von Prof. Dr. ing. Jos. Sting, Bruck a. d. Mur. „Zeitschrift des österr. Architekten- und Ingenieurvereins", 1923, Heft 19/20, S. 121—122.

— Der Ausbau der mittleren Isar. Von E. Mattern. „Tiefbau", Nr. 41, S. 139—140, Nr. 42, S. 141 bis 144 mit 19 Abb. (Angaben über Einzelheiten der seit 1919 im Bau befindlichen Großwasserkraftanlagen.)

— Der französische Staat und die Ausnützung der Wasserkräfte. Von G. Tochon. „Le Génie Civil" 1922, Nr. 11, S. 256—260.

— Wasserkräfte in Chile. Engineering vom 8. 9. 1922, 6 Abb. (Besprechung des neuesten Kraftwerkes im Coloradofluß mit 30 000 PS-Leistung).

— Spiegelbewegung in Wasserschlössern. Von Dr. techn. A. Schoklitsch, Graz „Schweizerische Bauzeitung" 1923, Nr. 11, 12, S. 129—131, 146 bis 149, 6 Abb. (Die Berechnungsweise der Schwingungen. Rückwirkung der Spiegelschwingungen im Wasserschloß auf die Spiegellage am Wehr: Überprüfung der ermittelten Formeln durch Versuche. Die Versuchsanlage.)

— Die Art der Bewegung und Wirkung des Wassers in Turbinen und Kreiselpumpen. Von Geh. Baurat Prof. Danckwerts, Hannover. „Zentralblatt der Bauverw." 1923, Nr. 25/26, S. 150—152, 9 Abb. (Angaben über wichtige hydraulische Vorgänge in Turbinen und Kreiselpumpen, Berechnung der Hauptabmessungen.)

— Wirtschaftliche Zukunft schwachvalutig gebauter Wasserkraftwerke. Von Reg.-Baumeister Dr. Ing. Leiner, München. „Z. d. österr. Ing.- und Arch.-V." 1923, Nr. 11/12, S. 67—68. (Die Rentabilität von Kraftwerken, die bei einsetzender Geldentwertung gebaut wurden, ist auf jeden Fall gesichert. Voraussetzung für die Rentabilität von Kraftwerken, die bei abflauender Inflation errichtet werden, ist Qualitätsarbeit beim Entwurf und beim Bau.)

— Das bestehende Wiestalwerk der Städtischen Elektrizitätswerke Salzburg und das im Bau befindliche Strubklammwerk (2. Stufe des Wiestalwerkes). Von Ing. Josef Mayrhofer. „Z. d. Ö. Ing. und Arch.-V." 1923, Nr. 11/12, S. 61—65, 7 Abb. (Allgemeine Angaben und Besprechung von Einzelheiten der beiden bei Salzburg gelegenen Anlagen.)

— Die Wasserkraftwerke des schwedischen Staates. „Le Génie Civil" 1923, Bd. 82, Nr. 6, S. 138—139. (Beschreibung der schwedischen staatlichen Wasserkraftanlagen, die zur Versorgung des Landes und der Eisenbahnen mit elektrischer Energie dienen.)

Buchbesprechungen

Neuer Brockhaus. Sind wir auch waffenlos durch den Schandfrieden, die Waffen des Geistes können und müssen scharf erhalten bleiben. Zu diesen Waffen gehören in erster Reihe die Bücher und vor allem ein alles vereinigendes Konversationslexikon. Von dem „Neuen Brockhaus", Handbuch des Wissens, sind drei Bände erschienen, während der IV. Band noch vor Ende 1923 folgt. Das ganze Werk wird 4 Bände umfassen. Trotz der Zeitenungunst hat der Verleger es ermöglichen können, das für jeden Gebildeten unentbehrliche Werk herauszugeben. Jetzt, wo es unmöglich ist, ein großes vielbändiges Lexikon herauszugeben, ist dieses um so mehr zu begrüßen. Mit jedem neuen Band steigt der Wert des „Neuen Brockhaus", mit jedem neuen Band steigt auch die Freude, ein solches Werk zu besitzen. Trotz der schwierigen Verhältnisse gewährt die Buchhandlung Karl Block, Berlin SW. 68, Kochstraße 9, den Bestellern des Werkes erleichterte Zahlweise. Wir machen unsere Leser auf das Inserat in der heutigen Nummer aufmerksam.

Eine Wasserkraft-Nummer hat die Z. d. V. d. I. mit Heft 18 des laufenden Jahrganges herausgebracht. Baurat Treiber beschreibt zunächst die Maschinenanlagen des Murgwerkes mit seinen zahlreichen interessanten

Digitized by Google

Einzelheiten, die bisher meist zusammenhangdos in Veröffentlichungen der einzelnen Firmen verstreut waren, soweit sie überhaupt schon beschrieben wurden.[1]) So wird z. B. das Schieberhaus elektrisch geheizt, das aus der Sickerleitung des Stollens ausfließende Leckwasser (4 bis 10 l/Sek.) wird durch eine automatische elektrische Pumpe in die Druckrohrleitung gedrückt, so daß es, mit 140 m Gefälle ausgenützt, immerhin noch 6,4 bis 14 Jahres-PS ergibt. Ausführlich wird die Rohrleitung und die Turbinen-Ausrüstung des Kraftwerkes beschrieben und werden die hauptsächlichen Einzelheiten über die im Bau befindliche zweite Ausbaustufe unter Heranziehung der Schwarzenbachsperre mit 370 m Maximalgefälle mitgeteilt, bemerkenswert durch Aufstellung zweier Maschinensätze, bestehend je aus einer 28 000 PS.-Dreifach-Peltonturbine mit 6 Düsen bei 500 Umd./Min., gekuppelt mit Generatoren von 20 000 kVA-Leistung. Diese größten deutschen Turbinen erhalten je einen eigenen Hilfsmaschinensatz aus einer 300 PS-Turbine, welche in direkter Kupplung die Regler-Ölpumpe, die Ölpumpe für die Lagerschmierung, eine Preßölpumpe zur Entlastung der Generatorlagerzapfen beim Anfahren und endlich die Erregermaschine antreibt. Für später wird sogar die Aufstellung einer 40 000 kVA.-Einheit erwogen. Eine Kreiselpumpe von 8500 PS.-Antriebsleistung wird durch eine im Betrieb aus- und einrückbare magnetische Kupplung mit einer der 20 000 kVA-Sätze gekuppelt und kann bei verfügbarer Überschußleistung, vom Generator im Motorlauf angetrieben, 2 cbm/Sek. durch die Turbinen-Druckrohrleitung in das Schwarzenbachbecken fördern. Für später soll der zweite Hauptmaschinen-Satz mit einer Pumpe für 3 cbm/Sek. verbunden und zur restlosen Anpassung an den jeweiligen Leistungsüberschuß noch eine Pumpe für 1 cbm/Sek. mit einem regelbaren Motor aufgestellt werden, so daß zwischen 0,6 und 7 cbm/Sek. gefördert werden können.

Ein eingehender Aufsatz mit vielen Einzelheiten in Text und Abbildungen von V. Gelpke erläutert die Turbinen und Regler des Kraftwerkes Ritom der S. B. B.[2]), welche durch ihre mannigfaltigen Sicherheitseinrichtungen gegen alle nur erdenklichen Störungsmöglichkeiten beachtenswert sind. Vergegenwärtigt man sich die bei diesen Turbinen zusammentreffenden, nach jeder Richtung hin schwierigsten Betriebsbedingungen — einerseits 800 m Gefälle bei 12 200 SS.-Leistung und 60 m/Sek. Umfangsgeschwindigkeit bei 333 Umdr./Min., andererseits der stoßweise und an plötzlichen Entlastungen reiche Vollbahnbetrieb —, so wird der Aufwand an Erfindungs- und Konstruktionsarbeit begreiflich, der hier niedergelegt ist. Trotzdem sind die gewählten Konstruktionen einfach und klar.

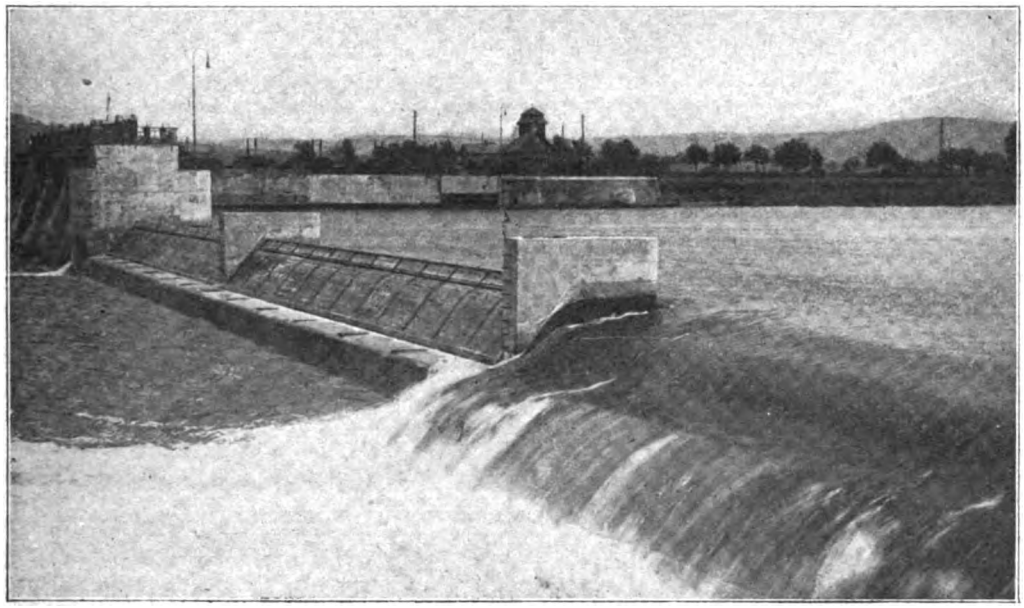
Einen interessanten Beitrag zu diesem Wasserkraft-Sonderheft bringt das Kaplan-Turbinen-Konzern selbst, indem es hier zum ersten Male in einem längeren Bericht über „Versuche an der Kaplan-Turbine"[3]) sein bisheriges Schweigen bricht und die Ergebnisse mit einer in Hermaringen 1921 gebremsten Kaplanturbine von 700 mm Laufraddurchmesser und ns = 800 darstellt, wobei zwischen 36% Beaufschlagung und voller Beaufschlagung der Wirkungsgrad über 75% blieb und sein Maximum bei 81,4% erreichte. Diese Stellungnahme des Konzerns ist um so bemerkenswerter, als dasselbe bisher sogar mehrfach darauf hingewirkt hat, daß Veröffentlichungen über Ergebnisse mit Kaplanturbinen unterblieben. Der Bericht stellt am Schlusse fest, daß die Kaplanturbine tatsächlich einen wesentlichen und erfolgreichen Schritt im Bestreben

[1]) Vgl. E. T. Z. 1922, H. 16/17; ferner B. B. C.-Mitteilungen 1914, Heft 5—8; Siemens-Zeitschrift 1921, Heft 7.

[2]) Vgl. die Beschreibungen in E. T. Z. 1922, H. 1—2; B. B. C. — Mitteilungen 1922, H 3; E. & M. Wien 1921, H. 5.

[3]) Siehe u. a. diese Zeitschrift 1919, He t 17, S. 158 und 1922, Heft 20, S. 381, Z. d. V. d. J. 1921 Heft 40 S. 1035 und Heft 41 S. 1056.

Hydraulisches Dachwehr D. R. P. 290 675



Hydr. Dachwehr der W. A. Hirschald des Überlandwerkes Oberfranken.
3 Öffnungen von je 25 m Lichtweite und 1,80 m Stauhöhe.

geeignet für grosse Wehröffnungen ohne Pfeiler und Dienststege, mühelos durch Stauwasser zu betätigen, auch selbsttätig wirkend. Zahlreiche Ausführungen.

Beste Sicherheit gegen H.-W.-Gefahr, bewährt bei stärkstem Eis- und Geschiebegang.

Auskunft und Vorprojekte, auch für Überfall- und Abflußregulierungen kostenlos durch

Ingenieurbüro Huber & Lutz, Zürich, Stampfenbach-Strasse Nr. 75

Digitized by Google

nach Erreichung höchster Drehzahlen darstellt und daß die Kaplanturbine „keine Eigenschaften" zeigt, „die irgendwelche Bedenken gegen ihre Verwendung in dieser Anordnung oder bezüglich ihrer weiteren Entwicklung rechtfertigen würden", wenn auch selbstverständlich noch manche Einzelheiten über ihr Verhalten zu erforschen sind und die bisher gewonnenen Ergebnisse nicht wahllos auf andere Verhältnisse übertragen werden dürfen, wie aus der Erscheinung eines gewissen „kritischen Gefälles" bei der untersuchten Turbine hervorgeht, jenseits dessen der Betrieb unstabil werden würde. Endlich weist der Bericht noch auf die volle Gültigkeit aller Kaplan'schen Patente und auf die unbedingte Priorität Kaplans hinsichtlich der Zellenlosigkeit der Laufräder und der drehbaren Laufradschaufeln besonders hin.

In der Rundschau wird u. a. über die großen Zwillings-Turbinen des Untrawerkes berichtet, welche von Verkstaden, Kristinchamn, für je 75 cbm/Sek. Schluckfähigkeit unter 12,35 m Gefälle gebaut sind und 10 500 PS. bei 125 Umdr./Min. (n_s = 391) leisten, bemerkenswert durch ihre Abmessungen (Saugrohransatz 6000×4900 mm, Laufraddurchmesser 3 m) und eine nur zweilagerige Ausführung mit 11 350 mm freiem Lagerabstand. Weiter wird über die Wasserkraftanlagen des Ostpreußenwerkes[4]), über eine neue englische Wasserturbine (worüber wir gesondert ausführlicher berichten) und in einer lesenswerten kurzen Zusammenfassung über Versuche mit neuen Gefällsvermehrern in Amerika referiert — letzteres Gebiet wird bei uns leider viel zu wenig beachtet. Die wirtschaftliche Umschau bringt eine kurze Erörterung über Kleinwasserkraftwerke und Elektrizitätsversorgung von Dr. Thierbach in Zusammenfassung des über dieses Thema schon mehrfach, auch vom Berichterstatter, Gesagten und Vorgeschlagenen. Bei einer weiteren Wasserkraft-Sondernummer könnten vielleicht auch die „Konjunktur-Tafeln" durch eine auf Wasserkraftausnützung oder dergl. Bezug habende Statistik ersetzt werden. Rdl.

[4]) Vergl. diese Z. 1922, Heft 16, S. 304.

Geschäftliches

München. Neue Amperkraftwerke A.-G. Die Gesellschaft verteilte 6 Prozent Bauzinsen auf 18 Mill. M. Stammaktien und 2 Mill. M. Vorzugsaktien. Das Aktienkapital wurde auf 36 Mill. M. Stamm- und 4 Mill. M. Vorzugsaktien verdoppelt. Der Betrieb des Wasserkraftwerkes an der Amper, dessen Bau rüstig voranschreitet, kann jedenfalls in kürzester Zeit eröffnet werden.

Die Oberbayerische Überlandzentrale A.-G. in München gibt ihre Bilanz nach dem Stand vom 31. Januar 1923 bekannt: Es betragen Kreditoren 610,13 (30. Sept. 1922: 37,6) Mill., Debitoren 316,07 (22,61) Mill., flüssige Mittel 14,19 (0,14) Mill., Waren 222,11 (16,77) Mill. Die Dividenden betrugen in den letzten fünf Jahren: 1917/18 6 Proz., 1918/19 7 Proz., 1919/20 8 Proz. auf je 2,3 Mill. Kapital, 1920/21 9 Proz. auf 8 Mill., 1921/22 20 Proz. auf 8 Mill. alte und 8 Mill. junge, zur Hälfte dividendenberechtigte Aktien. Dadurch, daß im April 1923 das Wasserkraftwerk bei Schönmühl mit 5000 PS in Betrieb genommen wurde, konnte die Gesellschaft, welche im letzten Geschäftsjahr etwa 27 Mill. kWh Strom umsetzte, ihr Versorgungsgebiet beträchtlich erweitern.

Die Bayerische Wasserkraft Aktien-Gesellschaft München (BAWAG.) veröffentlicht ihren Geschäftsbericht für das erste Jahr. Die Gesellschaft wurde am 7. Jan. 1922 gegründet. Sie macht es sich zur Aufgabe, Wasserkräfte auszubauen. Von vielen Projekten, die geprüft wurden, wurde das Wagingerseeprojekt am günstigsten befunden. Im Verbande mit der Aktiengesellschaft für Licht- und Kraftversorgung, München, hat die Bawag die Kraftwerk-Wagingersee-A.-G. gegründet und einen

Digitized by Google

großen Teil ihres Kapitals dort angelegt. Das Wagingerseeprojekt ist baureif. Die Bawag hat außerdem zwecks Ausnützung der Patente des Herrn Dr. Blume und Dipl.-Ing. O. Poebing zwei Großmodelle anfertigen lassen. Beide Modelle sind fertiggestellt. Die angestellten Versuche haben ein sehr günstiges Resultat gezeitigt. Infolge der Entwertung konnte zwar mit dem geringen Aktienkapital an weitere Projekte nicht herangegangen werden, jedoch wurden eine Reihe weiterer Studien angestellt. Die Ausgaben für die Vorbereitung dieser voraussichtlich im neuen Geschäftsjahr fruchtbringenden Projekte brachten es mit sich, daß das erste Geschäftsjahr mit einer

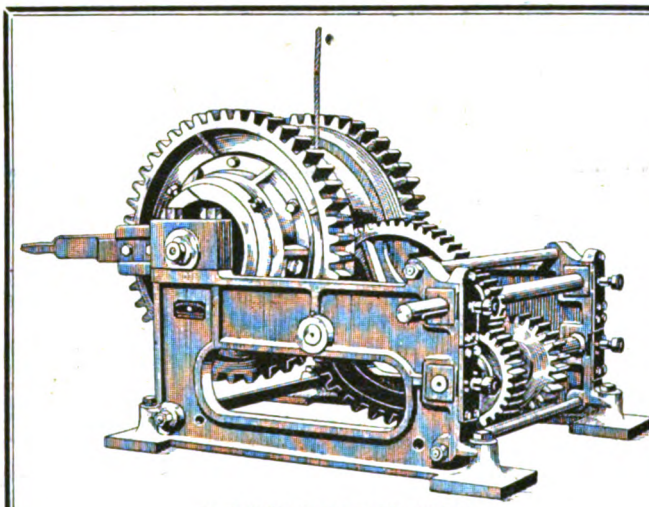
Schreibpegel :-:
Elektr. Fernpegel
Hydrometr. Flügel
Michael Sendtner
Aktiengesellschaft
MÜNCHEN 12

Decher & Hüssner
Tiefbau-Unternehmung
Gostenhofer Hauptstr. 53 **Nürnberg** Telefonruf 11019
Entwurf und Ausführung von
Wasserkraft-Anlagen
Wehre, Brücken, Kanäle, Kläranlagen,
Hoch- und Industriebauten 4014
Beton- u. Eisenbetonbauten

Francis-Turbine,
Fabrikat Voith, gebraucht, mit senkrechter Welle, Q = 5 cbm, h = 4,0 m, n = 55, in Süddeutschland lagernd, zu **verkaufen.** Anfragen an **Ostpreussenwerk**, Hoch- u. Tiefbau **Königsberg i. Pr.**, Busoltstr. 4.
483

Bei allen Anfragen bitten wir höflichst Bezug zu nehmen auf „Die Wasserkraft."

„Vertreter an einigen Hauptplätzen gesucht."



Modell für 1000 kg Bärgewicht

Rammwinden
für
150–2000 kg Bärgewicht.
Gerüstverbinder zur Verbindung von Gerüststangen.
Angebote kostenlos.
ALFAWERK GAUTING
GAUTING bei München.

Digitized by Google

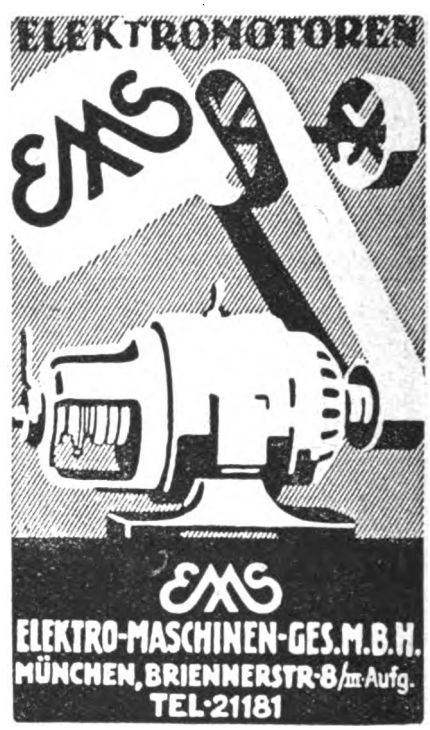
Unterbilanz abschließt. Hingegen sind die Aussichten für das neue Geschäftsjahr zufriedenstellend.

Höchst. Mainkraftwerke A.-G. Nach Zuweisung von 248.6 (i. V. 5.8) Mill. M. an die Anlagekapitaltilgungs- und Erneuerungsrücklage erzielte die Gesellschaft einen Reingewinn von 23.58 (2.08) Mill. M., woraus 50 (10) vom Hundert Dividende verteilt werden. Gleichzeitig wird Kapitalserhöhung um 10 Mill. M. Stammaktien auf 174 Mill. M. beantragt. Die Neuausgabe erfolgt, um den Betriebsverbänden und Kreisen die ihnen vertraglich zugesicherte Beteiligung überlassen zu können, sowie durch Verwertung im Interesse der Gesellschaft.

Eßlingen a. N. Die Neckarwerke A.-G. verteilten auf ihr Stammkapital in der Höhe von 20 Mill. M. für das Jahr 1921 10 Proz. Dividende, an der 5 Mill. M. nur für das zweite Halbjahr teilnahmen. Das Stammaktienkapital wurde im Berichtsjahr zweimal erhöht und zwar um 16 bezw. 36 Mill. M. auf zusammen 72 Mill. M. Auch die neuen Aktien werden ab 1. Januar 1922 an der Dividende, die jedenfalls 80 Proz. betragen wird, teilnehmen.

70/191

Fernsprech. 22496
Bauunternehmung
Rud. Wolle, München
Adelgundenstraße 5b 466
Leipzig,
Berlin, Dresden, Breslau
Beton-, Eisenbeton-, Tiefbau
Wasserkraftanlagen — Turbinen- u. Wehrbauten — Industriebauten
Staatspreis! Staatspreis!
Telegr. Betonwolle



459

Bauunternehmung J. WAHLER & Co., G.m.b.H.
MÜNCHEN
Schraudolphstraße 2a
Fernspr. 23864, 23865, 23866, 54090
Drahtanschrift: Wahlerbauten
400
Wasserkraftanlagen, Eisenbahn-, Brücken- und Tunnelbauten, Trocken- und Naßbaggerungen, Hoch- und Industriebauten, Torkretarbeiten.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 15 **München, 1. August 1923** **18. Jahrgang**

Indirekt wirkender Regulator mit spontaner Rückführung

Von Ingenieur Paul Sagberg Stabekk (Norwegen).

Bei den gewöhnlichen hydraulischen Geschwindigkeitsregulatoren wirkt das Zentrifugalpendel auf den Steuerschieber eines Öldruck-Servomotors und, um die Bewegung des Servomotorkolbens zum Aufhören zu bringen wenn die Ausschlagbewegung des Pendels aufhört, ist der Schieber mit dem Servomotorkolben auf eine solche Weise verbunden, daß dessen Bewegung das Einwirken des Pendels auf den Schieber aufhebt.

Diese einfache Wirkungsweise des Regulierens wird in der Abb. 1 schematisch dargestellt. Es ist eine sogenannte „Starre Rückführung". Wie man sehen will, ist das hier bei jeder Gleichgewichtstellung des Regulators ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Stellung der Pendelmuffe, d. h. der Tourenzahl und der Stellung des Servomotorkolbens, d. h. der Belastung. Die Bewegung des Servomotorkolbens bleibt also eine Kopie der Ausschlagbewegung der Pendelmuffe.

Bei der sogenannten „nachgiebigen Rückführung", die beispielsweise in Abb. 2 dargestellt ist, ist in der Verbindung zwischen dem Pendel, dem Schieber und dem Servomotor ein Mechanismus (die sogenannte Isodromanordnung) eingeschaltet. Dieser verstellt das Verhältnis zwischen dem Pendel und dem Servomotorkolben auf eine solche Weise, daß der Steuerschieber von seiner Mittelstellung ein wenig zurückgehalten wird, bis die Pendelmuffe zu einer bestimmten Gleichgewichtsstellung zurückkommt (Konstante Tourenzahl).

Rücksichtlich des Gleichgewichts zwischen den Belastungen, wenn zwei oder mehrere Drehstromaggregate parallel zusammengekuppelt arbeiten, ist doch gewöhnlich der Isodrommechanismus so einzurichten, daß die Tourenzahl variiert einige wenige Prozent zwischen Leerlauf und voller Beaufschlagung, weshalb der Isodrommechanismus nach diesem Gesichtspunkt eingerichtet wird.

Um die Darstellung zu erleichtern, werde ich im Nachfolgenden die erste Wirkung der Rückführungsanordnung „Dämpfung" nennen und die Wirkung der Isodromanordnung als „Kompensation" bezeichnen.

Bei den bisher angewandten Reguliersystemen hat die

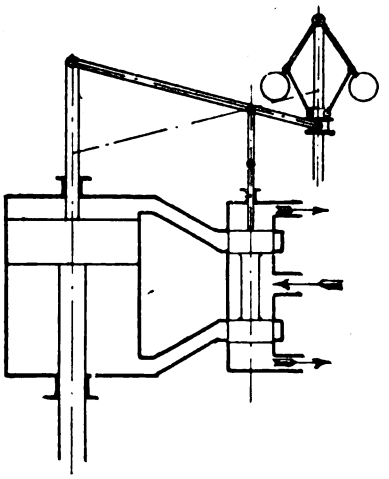


Abbildung 1.

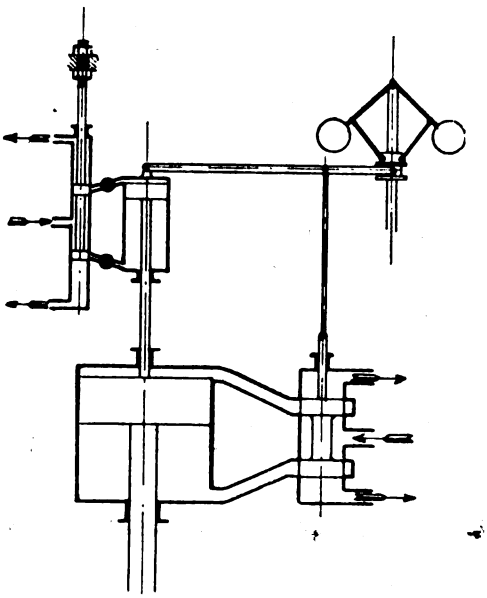


Abbildung 2.

Dämpfung denselben Charakter wie bei der starren Rückführung, wenn die Rückfuhrbewegung aus den Servomotorkolben hergeleitet ist. Dadurch wird die Bewegung des Servomotorkolbens genau mit der Bewegung der Pendelmuffe verbunden bei den plötzlichen Belastungsänderungen auf der regulierten Maschine, und da die Ausschlaggeschwindigkeit der Muffe mit der Beschleunigung, beziehungsweise der Verzögerung proportional ist, wird bei den kleinen plötzlichen Belastungsänderungen die Regulierzeit verhältnismäßig lang. Die Kompensation außer Rücksicht gelassen, wird deshalb die Regulierzeit ungefähr dieselbe bei einer kleinen wie bei einer großen Belastungsänderung und die Änderung der Tourenzahl wird verhältnismäßig groß. Dieses Verhältnis ist ja um so mehr un-

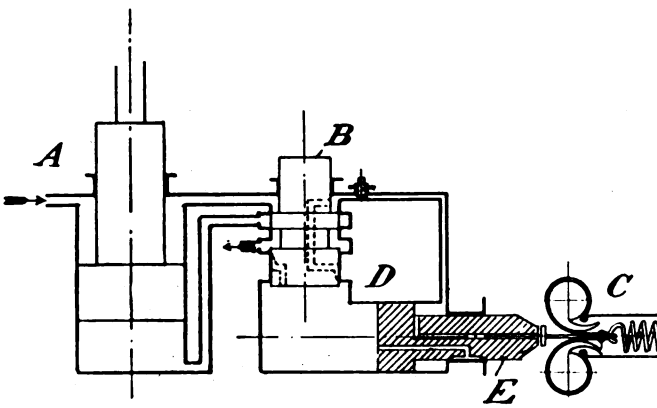


Abbildung 3.

Digitized by Google

günstig, als es die kleinsten Belastungsänderungen sind, die am häufigsten auftreten in normalem Betrieb.

Um diesen Nachteil zu beseitigen, hat man probiert, den Schieber binnen engen Grenzen auf beiden Seiten der Mittelstellung ganz ohne Dämpfung gehen zu lassen (siehe Schw. Bauzeitung, 26. Mai 1917). Diese Lösung wird indessen unter allen Umständen eine sehr unruhige Regulierung zur Folge haben und scheint deshalb auch nicht durchgeschlagen zu haben.

Ingenieur Magne bei der Firma Kvaerner Brug, Christiania, hat die Lösung der Frage auf eine ganz neue Weise gesucht. Er bringt nämlich in Anwendung eine Dämpfung, die von der Bewegung des Servomotorkolbens ganz unabhängig ist.

Das Reguliersystem von Magne ist in Abb. 3 schematisch dargestellt. *A* ist der Servomotor, dessen Kolben z. B. die Leitschaufeln einer Wasserturbine bewegt. *B* ist der Verteilungs- oder Steuerschieber, *C* das Zentrifugalpendel und *D* ist ein hydraulisches Relais (oder Vorsteuerung), das die Wirkung des Pendels auf den Schieber verstärkt. Sowohl der Servomotorkolben als der Schieber ist beispielsweise als Differentialkolben geformt und haben den vollen Öldruck auf der oberen Ringseite. Der Schieber bildet einen Teil der Vorsteuerung *D* und der Rand zwischen dem Schieber und dem Pendelkolben *E* ist mit Öl unter reduziertem Druck gefüllt. Nach dem genannten Raum führt ein Kanal durch den Schieber, von dessen ringförmiger Oberseite und von demselben Raum führt ein anderer Kanal durch den Schieber zum Ablauf in den Ölbehälter hinaus. Die in dem unteren Schieber liegenden Kanalenden sind beide als Rillen geformt und beide Rillen sind gedeckt in der Mittelstellung des Schiebers. Sobald der Schieber aus dieser Stellung gebracht wird, öffnet sich die eine oder die andere von diesen Rillen. Der Druck auf der unteren Seite des Schiebers ändert sich dabei und dieser geht von selbst nach der Mittelstellung zurück, d. h., die Rückführung ist folglich spontan.

Die Bewegung des Schiebers von der Mittelstellung aus geschieht durch die Vorsteuerung *D* auf die von der Firma Kvaerner Brug früher angewandte Weise und das Prinzip der Kompensation ist auch dasselbe. Der Pendelkolben *E*, dessen ringförmige Vorderseite durch einen gedrosselten Kanal von der oberen Seite des Schiebers Druck erhält, hat eine zentrale Bohrung mit Auslaßöffnung. Weil das Pendelscheibchen die Ausströmung durch diese Öffnung reguliert, wird sich der Druck auf der Vorderseite des Kolbens mit dem Pendelausschlag ändern. Da nun der Druck auf der Rückseite von *E* wegen des vollen Öldruckes auf der Oberseite des Schiebers etwa konstant sein wird, und da die Ringfläche auf der Vorderseite des Pendelkolbens verhältnismäßig größer ist als die Ringfläche an der oberen Schieberseite, wird das Pendelscheibchen mit dem Pendelkolben ziemlich genau zusammengehen.

Die Kompensation erhält man auf folgende Weise:

Der Pendelkolben ist mit einem weiteren Kanal oder Durchbohrung versehen, die von der Rückseite nach der kleineren Zylinderfläche führt und dort in eine Doppelrille endet. Bei der Mittelstellung des Kolbens wird die Doppelrille von der Bohrung im Gehäuse gedeckt. Sobald das Pendel den Kolben aus dieser Stellung bringt, wird der Raum zwischen dem Schieber und dem Kolben in Verbindung bezw. mit dem Raum an der Vorderseite des Pendelkolbens oder mit dem Ölbehälter gesetzt. Wenn der Schieber vom Pendel durch den Pendelkolben aus seiner Mittelstellung gebracht wird, sucht folglich die Kompensationsvorrichtung zu hindern, daß er wieder zurück in die Mittelstellung kommt, bis die Tourenzahl wieder der Deckungsstellung für die Rille im Pendelkolben entspricht.

Bei plötzlicher Be- oder Entlastung wird nach beendigtem Pendelausschlag die rückgehende Bewegung des Pendels den Schieber in die eine Richtung führen, während die Kompensation ihn in die entgegengesetzte Richtung beeinflußt. Der Schieber wird deshalb zu einer Mittelstellung zurückkommen können, sobald das Pendel seinen Rückgang angefangen hat. Wie wir später sehen werden, wird — wenn die Kompensationsgeschwindigkeit die richtige ist — die Durchströmung des Öles durch den Pendelkolben den Rückgang dieses äquivalieren und der Schieber wird deshalb in seiner Mittelstellung stehen bleiben, bis die Tourenzahl sich der normalen nähert. Dann nimmt die Kompensation ab und der Servomotor beginnt wieder auf die Bewegung des Pendelscheibchens zu reagieren, so daß die Tourenzahl zur Ruhe kommt, in demselben Augenblick, da die Rillen im Pendelkolben gedeckt werden.

Charakteristisch für das spontane Rückführungssystem ist, daß der Regulator eine ganz ideale Anpassungsfähigkeit für die verschiedenen Regulierungsverhältnisse erhält.

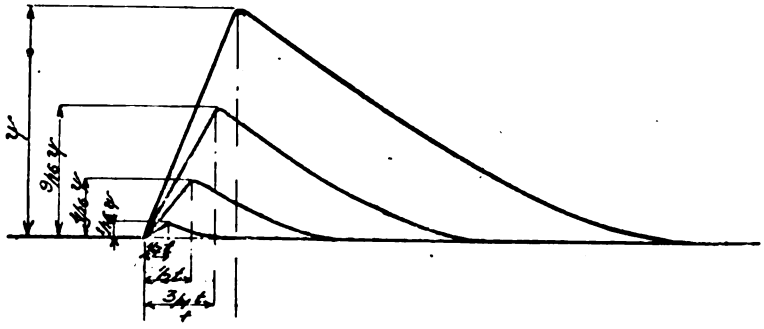


Abbildung 4. Geschwindigkeitsänderungen bei Entlastung von 1/4, 1/2, 3/4 und 1/1 der Belastung für Regulierung mit gleichbleibender Regulierungsgeschwindigkeit.

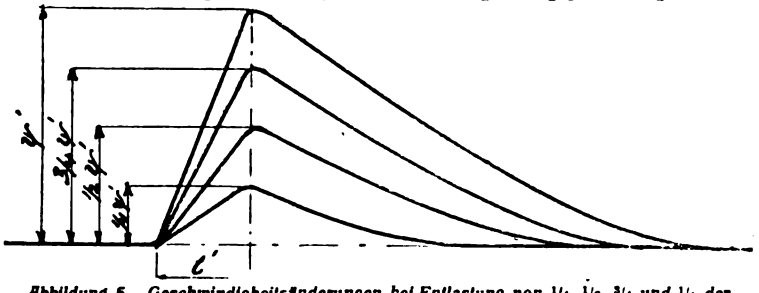


Abbildung 5. Geschwindigkeitsänderungen bei Entlastung von 1/4, 1/2, 3/4 und 1/1 der Belastung für Regulierung mit gleichbleibender Regulierungszeit.

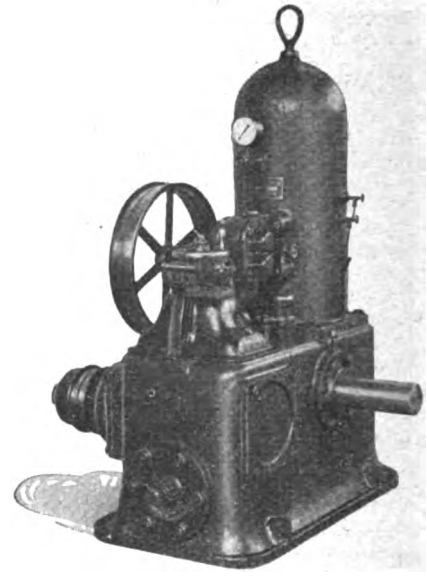


Abbildung 6. Regulator mit spontaner Rückführung.

Digitized by Google

Die Dämpfung ist ja maßgebend für das Bewegungsverhältnis zwischen dem Pendelscheibchen (oder Muffe) und dem Servomotorkolben. Da nun die Dämpfung von der Verbindung mit dem Servomotorkolben frei gemacht ist, kann das Bewegungsverhältnis binnen ziemlich weiten Grenzen variiert werden, ohne die Regulierung, selbst im schwierigsten Falle, in Schwankungen zu setzen. Das Regulierungsgebiet des Pendels versetzt sich immer fort während des Ausschlages, so daß der Schieber bei jeder Stellung des Pendelscheibchens in oder in der Nähe der Mittelstellung sein wird, sobald die Beschleunigung, bezw. die Verzögerung aufhört. Wenn man z. B. mit Rücksicht auf die Drucksteigerung im Turbinenrohre den Öleinlauf zum Servomotor drosselt, ersteht dadurch keine Überregulierung mit Schwankungen, im Falle Belastungsänderungen kommen, während die Tourenzahl außer der normalen ist. Dieses wird nicht zu erhalten sein bei den anderen Rückführungssystemen, wenn man nicht auf irgend eine Weise das Bewegungsverhältnis zwischen der Pendelmuffe und dem Servomotorkolben veränderlich macht.

Die Größe der Dämpfung variiert mit dem Durchflußquerschnitt der Kanäle oder der Rillen im Schieber. Um eine kleine Dämpfung, d. h. verhältnismäßig großen Ausschlag vom Schieber und große Bewegungsgeschwindigkeit vom Servomotorkolben bei kleinen Belastungsänderungen zu erhalten, werden die Rillen mit kleinen Querschnitten gegen die Spitze gemacht, so daß die Dämpfung zunimmt, je weiter der Schieber von seiner Mittelstellung kommt. Hierdurch kann man angenähert denselben Schieberausschlag und dieselbe Reguliergeschwindigkeit bei kleinen als wie bei großen Belastungsänderungen erreichen und man nähert sich der idealen Regulierung.

Das Verhältnis zwischen den Geschwindigkeitsvariationen bei den verschiedenen plötzlichen Belastungsänderungen kann auf folgende Weise hergeleitet werden:

Bezeichnet:

$G.D.^2$ das gegenwärtige Schwungmoment,
N die Belastungsänderung,
t die Regulierzeit (bezw. Schließ- oder Öffnungszeit),
n die normale Tourenzahl,
ψ die Geschwindigkeitsänderung;
so kann gesetzt werden:

$$GD^2 = \frac{K \cdot N \cdot t}{\psi \cdot n^2}, \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

wo K eine Konstante ist.

Für eine bestimmte Maschine ist $G\,D^2$ und n konstant. Zieht man die Konstanten zusammen zu einer gemeinschaftlichen Konstanten K_1, erhält man:

$$\psi = K_1 \cdot N \cdot t \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

Nimmt man an, daß die Belastung proportional dem Kolbenweg ist, so wird man bei der idealen Regulierung, wo die Regulierzeit konstant ist, die Regulierzeit gleich einer Konstanten $K_2 \times n$ setzen können. Man erhält dann:

$$\psi = K_1 \cdot N \cdot K_2 \cdot N.$$

Wird $K_1 \cdot K_2 = K_3$ gesetzt, erhält man:

$$\psi = K_3 \cdot N^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

d. h., bei der idealen Regulierung ist die Geschwindigkeitsänderung proportional dem Quadrate der Belastungsänderung.

Das Verhältnis zwischen den Geschwindigkeitsänderungen bei plötzlicher Entlastung von ¼, ½, ¾ und 1/1 Last kann dann, wie in Abb. 4 gezeigt, dargestellt werden. Die Geschwindigkeitssteigerung und die Regulierungszeit bei Entlasten von 1/1 Last sind bezw. Ψ und t genannt. Zum

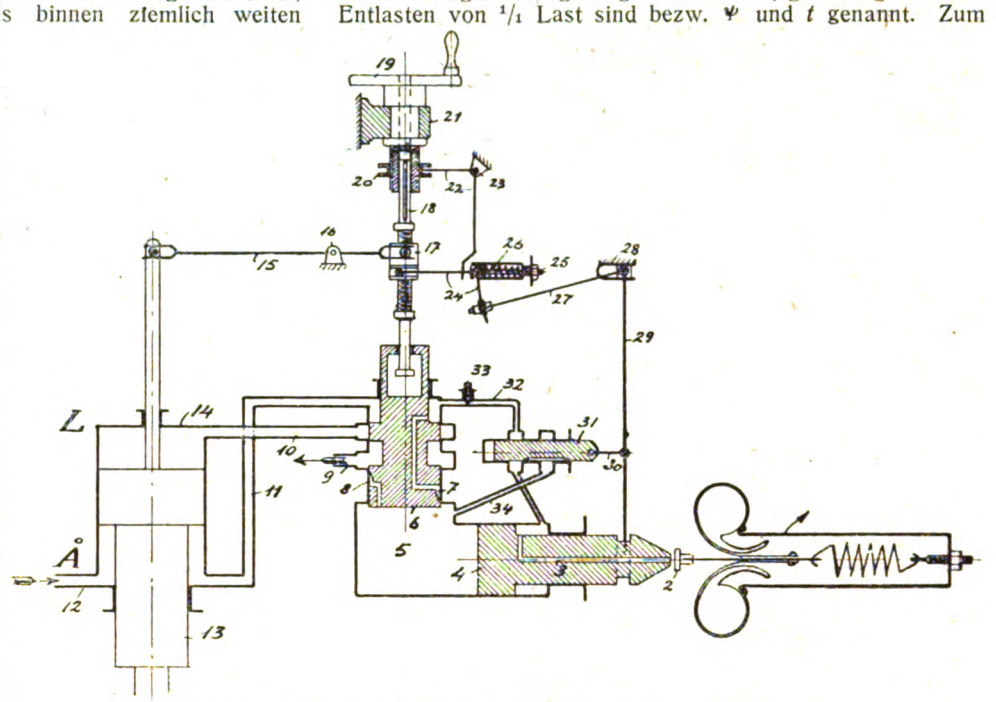


Abbildung 7. Schema für Regulator mit spontaner Rückführung. System Magne.

Vergleich ist in Abb. 5 ein Diagramm für eine Regulierung gezeigt, wobei die Pendelmuffe und der Servomotorkolben zusammen gehen während der plötzlichen Belastungsänderungen. Hier wird unter derselben Annahme wie vorher die Reguliergeschwindigkeit proportional der Größe der Entlastung und kann $= K_1' \cdot N$ gesetzt werden. Da der Kolbenweg, wie vorausgesetzt, proportional dem N ist, kann er folglich $= K_2' \cdot N$ gesetzt werden.

$$\text{Regulierzeit } t' = \frac{\text{Kolbenweg}}{\text{Reguliergeschw.}} = \frac{K_2' \cdot N}{K_1' \cdot N} = K_3'$$

d. h., die Regulierzeit wird konstant.

Dieser Wert von t in die Gleichung (2) eingesetzt, gibt:

$$\psi' = K_1 \cdot N \cdot K_3'.$$

und, wenn $K_1 \cdot K_3' = K_4'$ gesetzt wird, wird

$$\psi' = K_4' \cdot N.$$

d. h., die Geschwindigkeitsänderung wird proportional der Belastungsänderung.

Da nun die Geschwindigkeitssteigerung bei voller Entlastung von den Verhältnissen im betreffenden Falle bestimmt ist, wird sie bei beiden Regulierarten dieselbe sein müssen. Es ergibt sich dann aus den zwei Diagrammen, wie weit die gewöhnlichen Reguliersysteme sich vom Idealen entfernen bei den kleinen Belastungsänderungen.

Das Verhältnis bessert sich ja zum Teil durch die Kompensation, wenn diese relativ stärker gemacht wird bei den kleinen Ausschlägen. Das ist indessen bei den meisten Rückführungsvorrichtungen ziemlich schwierig, da es gern Überregulierung und Schwankung zur Folge hat.

Daß aufgenommene Tachogramme zuweilen bedeutend günstigere Resultate aufweisen als in Abb. 5 gezeigt, kommt in der Regel davon, daß der Kolbenweg oftmals relativ kleiner ist bei den kleinen Belastungen als bei voller Beaufschlagung. Außerdem wird die Reguliergeschwindigkeit bei den größeren Entlastungen wegen der stark vergrößerten hydraulischen Widerstände im Regulator herabgesetzt.

Digitized by Google

Die richtige Kompensation.

Bei einer Entlastung zu Null wird, wenn der Regler ganz geschlossen hat, die Tourenzahl nach einer Kurve abnehmen, dessen Verlauf von den Schwungmassen und den gegen die Bewegung wirkenden Widerständen bestimmt ist, wenn nicht der Regler öffnend eingreift, ehe die Tourenzahl zur Normalen gesunken ist. Diese Periode während der Regulierung wird oft die „Auslaufperiode" und die obengenannte Kurve der Tourenzahl die „Auslaufkurve" genannt. Die kürzest mögliche Auslaufperiode erhält man selbstverständlich, wenn der Regler nicht öffnet, ehe die Tourenzahl sich der normalen nähert, und die theoretisch richtige Kompensation erhält man, wenn die Wirkung der Pendelmuffe auf dem Schieber in jedem Augenblick eben aufgehoben wird während der Wanderung der Muffe zurück zur normalen Gleichgewichtsstellung.

Ganz bis zur Gleichgewichtsstellung kann die Kompensation indessen nicht nach diesem Gesetz fortfahren, da das Pendel dort schon eine Öffnung bewirkt haben muß, groß genug, um die Turbine im Gange mit normaler Drehzahl zu halten. Andernfalls wird die Tourenzahl ein wenig unter die Normale sinken, um darauf wieder hierzu anzusteigen. Man würde da eine typische Überkompensierung erhalten.

Die Form der Auslaufkurve ist angenähert eine Parabel; aber die Partie, die hier in Betracht kommt, ist beinahe gerade. Die richtige Kompensation muß mit etwa konstanter Geschwindigkeit bis ungefähr an die Gleichgewichtstellung verlaufen und dann rasch zur Null abnehmen. Dies läßt sich sehr leicht bei den spontanen Reguliersystemen ausführen durch Anpassen der Rillen in der Kompensationsvorrichtung. Dagegen stellt sich die Sache anders bei den meisten anderen Rückführungssystemen, da die Kompensation bei diesen als Regel durch federbelastete Ölbremsen hergestellt wird. Bei den Ölbremsen wird die Umlaufgeschwindigkeit des Öles proportional der Quadratwurzel des Federdruckes, und da dieser als Regel angenähert proportional der Belastungsänderung sein wird, wird die Kompensationsgeschwindigkeit auch proportional der Quadratwurzel der Belastungsänderung steigen. Da nun eine Überkompensierung immer Überregulierung und Schwankung auch während der Auslaufperiode hervorruft, sobald als eine sekundäre Belastungsänderung vorkommt, ist die Kompensationsgeschwindigkeit bei den größten Ausschlägen dadurch begrenzt und man erhält Unterkompensierung die ganze weitere Auslaufperiode hindurch, d. h., der Regler öffnet zu früh und die Auslaufperiode wird dabei ganz wesentlich verlängert.

Abb. 6 zeigt einen Regler mit spontaner Rückführung ausgestattet und in Abb. 7 ist ein komplettes Schema für denselben gezeigt. Der Regler besteht aus folgenden Hauptteilen: 1. Die Öldruckanlage; 2. der Servomotor; 3. Schieber mit Vorsteuerung und Kompensationsvorrichtung; 4. Mechanismus für verstellbaren Ungleichförmigkeitsgrad und Verstellung der Tourenzahl; 5. Handregulierung unabhängig vom Zentrifugalpendel; 6. das Zentrifugalpendel.

Die Öldruckanlage besteht aus einer Räderpumpe mit Rückschlagventil, Luftdruckakkumulator und Sicherheitsventil. Das Sicherheitsventil ist von einer speziellen Konstruktion, indem es sowohl zur Regulierung des Öldruckes dient als zum Begrenzen der Regulierungsgeschwindigkeit, im Falle der Ölverbrauch bei eintreffendem Unfall zu groß wird, so daß Druckluft in den Servomotor kommen kann.

Der Servomotor ist ein gewöhnlicher hydraulischer Druckzylinder, dessen Kolben die in dem Ölbehälter aufgelagerte Regulierwelle durch Stange und Armverbindung bewegt Der in dem Schema Abb. 7 gezeigte Servomotor hat beispielsweise Differentialkolben mit dem vollen Öldruck auf der ringförmigen Seite, während Zu- und Ablauf vom Öl auf die andere Seite durch den Schieber reguliert wird.

Schieber mit Vorsteuerung und Kompensationsvorrichtung. Wie aus dem Schema hervorgehen wird, ist die Anordnung dieser Teile mit dem, was in Abb. 3 gezeigt ist, übereinstimmend. Eine Ausnahme ist die Doppelrille für die Kompensation, die hier in einem besonderen vom Pendelkolben 4 bewegten Schieber 31 angebracht ist.

Mechanismus für verstellbaren Ungleichförmigkeitsgrad und Verstellung der Tourenzahl. Die Tourenzahl entspricht der Mittelstellung des Schiebers 31. Durch Verschiebung des Aufhängepunktes für den Arm 29 im Schlitze 28 kann die zur Mittelstellung des Schiebers 31 entsprechende Stellung des Pendelkolbens geändert werden und dadurch ändert sich die Tourenzahl. Eine solche Verschiebung kann vom Servomotorkolben durch den Arm 15, die Mutter 17 und den Winkelarm 24 ausgeführt werden. Der senkrechte Teil des Winkelarmes ist als eine Kulisse geformt, in der der Kopf der Stange 27 festgehalten ist. Der Drehpunkt des Winkelarmes ist an einer Schraube 25 befestigt. Die Schraube liegt in einer aufgeschlitzten Führung und wird von der Spiralfeder 26 immer nach links geschoben. In der aufgezeichneten Stellung liegt eine auf der Schraube

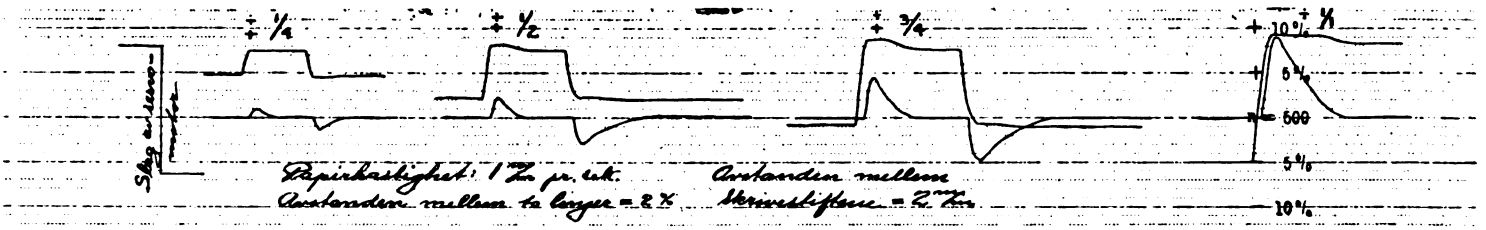


Abbildung 8. *Schlag des Servomotors* | *Geschwindigkeit des Papiers Abstand zwischen 2 Linien = 2%* | *Abstand zwischen den Schreibstiften = 2 mm*

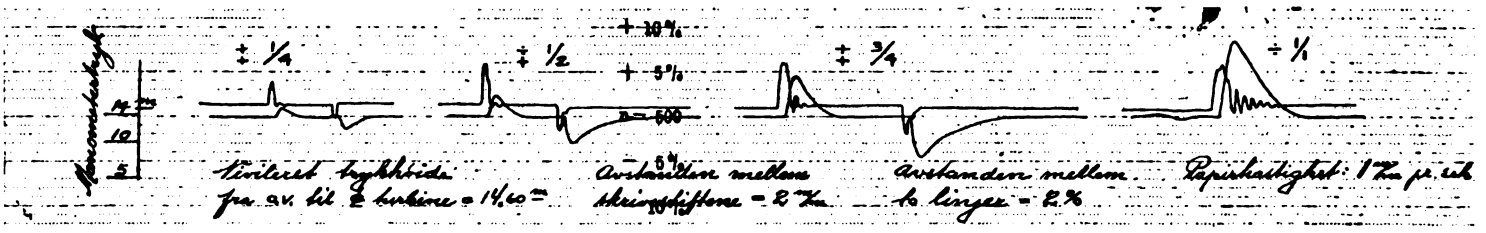


Abbildung 9.

Digitized by Google

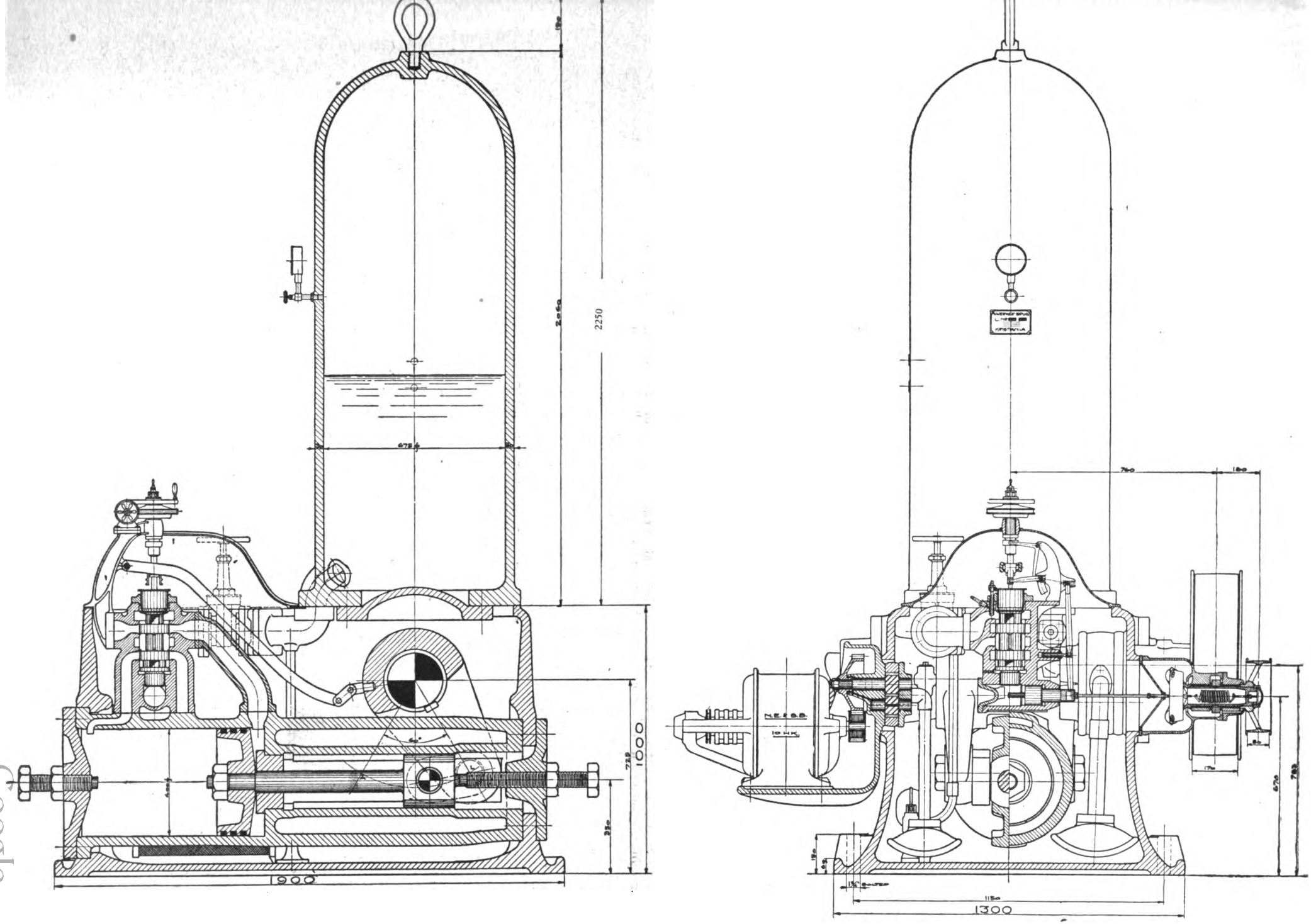


Abbildung 10. Universalregulator 50 L.

Digitized by Google

angebrachte Mutter gegen einen Anschlag an. Durch Versetzen des Stangenkopfes auf der Kulisse des Winkelarmes 24 kann nun der Ungleichförmigkeitsgrad eingestellt werden, und wenn der Stangenkopf gerade über dem Drehpunkt des Winkelarmes liegt, wird die Bewegung des Servomotores keinen Einfluß auf den Arm 29 haben. Man wird dann dieselbe Drehzahl bei allen Belastungen haben, d. h., der Ungleichförmigkeitsgrad ist gleich Null.

Die Tourenzahl kann ohne Einwirken auf den Ungleichförmigkeitsgrad durch das Handrad 19 eingestellt werden. Die verlängerte Radnabe ist nämlich mit Gewinde für die Mutter 20 versehen. Diese Mutter bewegt einen Winkelarm 22, dessen unterer Teil einen beweglichen Anschlag für die Schraube 25 bildet. Wenn die Mutter durch Drehen auf dem Handrad in eine bestimmte Höhe gekommen ist, greift dieser Anschlag ein und verschiebt den Drehpunkt des Winkelarmes, indem die Spiralfeder sich zusammendrückt. Die Tourenzahl kann da durch das Handrad beherrscht werden.

Handregulierung unabhängig vom Zentrifugalpendel.

Die Schraubenspindel 18, auf der die Mutter 17 sitzt, kann in der aufgezeichneten Stellung vom Servomotorkolben bewegt ganz frei auf und ab gehen, ohne auf den Schieber einzuwirken. Durch einen Mitbringerkeil kann die Spindel vom Handrad gedreht werden und wenn man sie in der Mutter 17 so hoch gedreht hat, daß der auf dem unteren Ende der Spindel sitzende Anschlag den Schieber 6 hebt, so muß der Servomotorkolben aufwärts gehen und die Turbine schließen. Die Mutter und Spindel werden indessen durch den Arm 15 abwärts geführt, und dieser Arm dient also als starre Rückführung für die Handregulierung. Man kann also auf diese Weise die Beaufschlagung begrenzen, ohne die Tourenzahl zu beeinflussen. Erst wenn man mit dem Handrad so viel geöffnet hat, daß der Regler seinen vollen Schlag entwickeln kann, kommt der Anschlag auf dem Winkelarme 22 in Kontakt mit der Schraube 25 und das Handrad dient von diesem Augenblick an nur zum Verstellen der Tourenzahl. Der Anschlag auf der Spindel 18 kann dann nicht weiter in Berührung mit dem Verteilungsschieber kommen, und die Regulierung wird ganz und gar vom Zentrifugalpendel beherrscht.

Das Zentrifugalpendel. Dieses ist auch eine Erfindung von Ingenieur Magne. Es ist mit in Schlingen von Stahlband rollenden Zentrifugalgewichten ausgeführt. Unter dem Rollen wickelt sich das Stahlband auf und ab am Gewichte. Ein Druck gegen eine Rollbahn kommt also nicht vor und was man unter rollender und gleitender Reibung versteht, ist ganz eliminiert. Das Pendel ist deshalb im Besitz des größten Empfindlichkeitsgrades und ist sehr dauerhaft.

In Abb. 8 und 9 sind Tachogramme für den oben beschriebenen Regulator gezeigt. In den Tachogrammen sind außer der Geschwindigkeitsänderung beziehungsweise die Wanderung des Servomotorkolbens und die Druckvariationen im Turbinenrohre automatisch aufgezeichnet. Die Leistung der betreffenden Turbine ist 400 PS bei 16.8 m Nettogefälle. Das hölzerne Turbinenrohr hatte solche Länge und Durchmesser, daß man mit etwa 50 v. H. Drucksteigerung regulieren mußte. Auch unter diesen schwierigen Verhältnissen hat der Regler — wie aus den Tachogrammen hervorgehen wird — seine Aufgabe erfüllt ohne Andeutung von Schwanken. Die Geschwindigkeitsänderung bei ¼ Entlastung ist etwas größer als bei einer idealen Regulierung; das ist aber mit Absicht gemacht, um die Drucksteigerung bei den kleinen Belastungsänderungen zu reduzieren. Die Auslaufperiode ist sehr kurz und die Kompensation scheint ganz richtig gewesen zu sein.

Zum Schluß ist in Abb. 10 ein größerer nach diesem System ausgeführter Regulator gezeigt. Dieser Regler ist für eine 12 000 pferdige Turbine der Anlage Mörkfos-Solbergfos bestimmt. Er ist in allem wesentlichen auf dieselbe Weise wie der voran beschriebene ausgeführt. Um die Spannung der Dämpfung zu erleichtern, sind die Rillen für dieselbe in einem besonderen kleinen Schieber auf der Seite des Hauptschiebers angebracht. Außer der normalen Ölpumpe, die innerhalb des Ölbehälters angebracht ist und von der Turbinenwelle durch Riemen getrieben wird, ist auf der entgegengesetzten Behälterwand eine von Elektromotor getriebene Reserve-Räderpumpe angebracht. Das Beaufschlagungsrad des Reglers kann durch eine Reibungskupplung von einem kleinen Gleichstrommotor getrieben werden, so daß sowohl die Tourenzahl als die Beaufschlagung von der elektrischen Schaltanlage eingestellt werden kann.

Geschiebetrieb in Wellen

Von Prof. Philipp Forchheimer.

Bei der zweidimensionalen Strömung einer reibungslosen Flüssigkeit läßt sich der Längenschnitt in ein aus den Strömungslinien und Potentiallinien zusammengesetztes Netz von Quadraten zerlegen. Ist die Sohlenlinie eine Gerade, so werden die Quadrate gleich groß, womit ausgesprochen erscheint, daß die Flüssigkeit überall dieselbe Geschwindigkeit annimmt. Daraus, daß beim Wehen des Windes die Geschwindigkeit nach oben zunimmt, folgert F. Exner[1]) daher, daß über einer Ebene die Luft keine Potentialbewegung ausführen kann. Sie habe aber die Tendenz, zu einer solchen überzugehen und gestalte deswegen eine bewegliche Unterfläche in eine Wellenfläche, also eine Sandebene in eine Dünenlandschaft um. Exner leitet eine der möglichen Lösungen der mathematischen Aufgabe ab und findet als Bodenbegrenzung eine Wellenlinie mit luvwärts zunehmenden Wellenlängen und -höhen. Da der Wind den Dünensand aufwirbeln und sowohl auf der Luvseite wie auf der Leeseite fallen lassen kann, vermögen nach Exner die Dünen sowohl mit dem Winde als ihm entgegen zu wandern. In ersterem Falle, der in der Natur die Regel bildet, steigen die Dünen auf der Luvseite mit flacher Böschung an und fallen auf der Leeseite steil ab.[2]) Sie entstehen in der Wüste zunächst mit sichelförmigem Grundriß, laufen an beiden Enden in Spitzen aus, die von der den Hügel umströmenden Luft aufgeschüttet werden.

Ein ähnlicher Vorgang findet unter Wasser bei dem Geschiebe statt, nur daß bei ihm neben dem Hüpfen[3]), welches dem Verwehen in der Luft entspricht, noch das Rollen in Betracht kommt, auch ein Gleiten nach G. K. Gilbert[4]) ausnahmsweise erfolgt. Bei gemischtem Geschiebe rollen die größten Körner, rollen und hüpfen die nicht so großen und scheinen die noch kleineren nur zu hüpfen. Gilbert nimmt an, daß solch ein kleines Korn über ein festliegendes emporgerollt wird und mit einer gewissen Endgeschwindigkeit auf dessen Scheitel gelangt, wo die Strömung es faßt, so daß es vermöge seiner Schwere einen flach ansteigenden und steil abfallenden Bogen beschreibt. Demgegenüber sei auf die Beobachtung von Schoklitsch verwiesen, daß es meistens Wirbel sind, durch welche die Körner in die Höhe gerissen werden. Die Bewegungen betrachtete Gilbert durch eine Glaswand, längs der er ein Schiebebrett mit Guckloch verschieden rasch verschob. So konnte er sich überzeugen, daß die wagrechte Ge-

[1]) Zur Physik der Dünen, Wien, Sitzungsber. d. Akademie d. Wissensch. Abt. 2a. Bd. 129 (1920) S. 929 f. Sonderabdr. bei Alfred Hölder in Wien.

[2]) Vergl. z. B. Joh. Walther, Gesetz der Wüstenbildung, 2. Auflage Leipzig 1912, S. 265. — Vaughan Cornish, Waves of Sand and Snow, London Leipsic 1913.

[3]) Nach A. Schoklitsch, Über Schleppkraft und Geschiebebewegung, Leipzig — Berlin 1914 S. 15 nach Art eines Huhnes, das halb springt, halb flattert.

[4]) United States Geological Survey. Professional Paper 86. The Transportation of Débris by Running Water. Washington 1914. Die Versuche wurden zum großen Teile von E. C. Murphy durchgeführt.

Digitized by Google

schwindigkeitskomponente der Teilchen nach oben zunahm. Auch ohne Schiebebrett konnte er übrigens an der scheinbaren Trübung erkennen, daß die Zahl der Schwebeteilchen nach oben abnahm und daß sie nur bis zu einer bestimmten Höhe über die Sohle stiegen.

Fügte man dem über eine Sandsohle laufenden Wasser gleichmäßig Sand hinzu, so lagerte sich dieses in Riffeln (Rippelmarken) ab, die langsam stromabwanderten. Bei vermehrtem Zusatz und infolgedessen stärkerer Sohlenneigung und größerer Geschwindigkeit verschwanden die Riffeln plötzlich und blieb die Sohle trotz des steigenden Sandgehaltes des Wassers eine Zeitlang ziemlich eben. Dann traten aber bei weiterer Zunahme der Sohlen- und Spiegelneigung neuerdings Sandwellen auf, die stromaufschritten[5]), und zwar viel rascher als die Anfangsriffeln stromabgewandert waren. Das Verhältnis, bei welchem die ebene Sohle entstand und verschwand, schwankte im Laboratorium zwischen 1,08 und 1,85.

Der Längenschnitt, den Gilbert von einer stromabwandernden Sandwelle entwirft, stimmt ungefähr mit den Riffeln überein, die H. Blasius[6]) im Versuchsgerinne erzeugt hat, und dem der Sanddünen insofern ähnelt, als auf den sanften Anstieg ein jäher Absturz folgt. Auch die Spitzen der Bogendüne kehren in der Form von Rippen wieder. Immerhin erscheint das Muster verändert und viel weniger einfach. Die stromaufwandernden Gegendünen Gilberts zeigten statt der Kanten runde Wellengestalt, und auch Blasius erhielt solche Sandbänke, als er die Geschwindigkeit des Wassers erhöhte. Auch wanderten diese Bänke mindestens zehnmal so rasch stromauf, als die Parallelriffeln stromabgekrochen waren.

Entscheidend für das Entstehen der einen oder anderen Form schien Blasius der Umstand, ob der Lauf einen „Fluß" oder einen „Wildbach" bildete, d. h., wenn U die Fließgeschwindigkeit, H die Wassertiefe, g die Beschleunigung der Schwere bedeutet, ob $U \lesseqgtr \sqrt{g\,H}$ war. Es liegt die Frage nahe, ob Gilbert's Beobachtungen diese Vermutung bestätigen, ferner, ob die Beziehung $U = \sqrt{g\,H}$ das Verschwinden der stromabwandernden oder das Entstehen der stromaufwandernden Häger anzeigt. Ersteres ist der Fall; doch tritt die Einebnung bei zunehmendem Gefälle nicht im Augenblick ein, in dem der Fluß sich in den Wildbach verwandelt, sondern etwas später, also wenn U bereits größer als $\sqrt{g\,H}$ ist. Das lassen nachstehende auf Grund der Gilbert'schen Daten berechnete Zahlen trotz mancher Unregelmäßigkeit erkennen.

Sandsorte	Rinnenweite cm	Geschwindigkeit U cm sec	$\sqrt{gH}$ cm sec	Sohlenzustand
A	40	50	46	Wandlung
	40	64	60	Wellung
	40	83	65	eben
	60	73	66	eben
	60	63	63	Wellung
	60	79	78	eben
	60	105	68	Wellung
B	13	59	55	eben
	13	69	51	Wellung
	13	65	73	Glättung
	13	71	70	eben
	20	67	67	Glättung
	20	82	76	Glättung
	20	83	75	eben
	20	94	70	Wellung
	40	82	76	Glättung
	40	88	74	eben
C_1 E_1	30,5	58	52	Glättung
	30,5	61	59	Glättung
	30,5	69	48	eben
C	13	46	65	Glättung
	13	49	67	eben
	13	54	80	Glättung
	13	76	68	eben
	13	91	62	Dünen
	20	72	57	Glättung
	20	58	52	eben
	36	82	76	Glättung
	36	90	72	eben
	60	56	53	Glättung
	60	71	47	Glättung
	60	72	47	eben
D	30,5	67	68	Glättung
	30,5	81	62	eben
E	30,5	95	81	Glättung
C_1 E_2	30,5	73	65	Glättung
	30,5	63	50	Glättung
	30,5	68	48	eben

Die Zahl der Körner, deren mittlere Durchmesser aneinandergereiht 10 cm messen, beträgt bei der Sandsorte:

A	B	C	D	E
329	266	198	127	58

C_1 E_1 besteht aus 1 Raumteil C und 1 Raumteil E
C_1 E_2 „ „ 1 „ C „ 2 „ E

Ähnlich wie im Kleinen spielen sich die Vorgänge in der Natur ab, wo die Flußsohlen nur ausnahmsweise während der Geschiebeförderung eben bleiben und sowohl stromabwandernde wie, wenn auch seltener, stromaufwandernde Bildungen auftreten. Diese durchsetzen quer das Bett oder erzeugen ausgesprochene Streifen in der Flußrichtung, entstehen plötzlich und schrumpfen während ihrer Wanderung allmählich ein oder werden nach Art einer Schwingung bald höher, bald niedriger. Häufig hat R. C. Pierce[7]) im San-Juan-Flusse Wanderung stromab bei N.W. und Gegenwanderung bei H.W. beobachtet. Er beschreibt die Erscheinung wie folgt: „In den tieferen Flußstrecken sind die Sandwellen gewöhnlich 4.5 bis 6 m lang und zwischen Talsohle und Scheitel etwa 90 cm hoch, wenngleich auch schon solche von 1,8 m Höhe beobachtet worden sind. Sie treten mit einem gewissen Rhythmus auf. Der Fluß läuft einige hundert Meter eben, dann erscheinen plötzlich einige Wellen, meistens 6 bis 10, die innerhalb weniger Sekunden zu ihrer größten Höhe anwachsen und nach 2 oder 3 Minuten wieder plötzlich verschwinden. Häufig krönen sie sich etwa ½ Minute vor ihrem Vergehen unter Brausen (roaring sound) mit einem Wellenkamm. Während man beim ersten Anblick glauben kann, daß sie am selben Platz verharren, lehrt eine aufmerksame Beobachtung, daß sie langsam stromauf ziehen." — Die höchsten bisher bekannten Wellungen hat A. Hider[8]) im unteren Mississippi bemerkt, wo er die größte Wellenhöhe zu 6,7 m, die größte Wellenlänge (Entfernung von Scheitel zu Scheitel) zu 276 m und die größte Fortschrittsschnelligkeit zu 25 m im Tag bestimmte.

Über die Form des Wasserspiegels hat J. Boussinesq[9]) seinerzeit längere theoretische Untersuchungen angestellt, aus welchen hervorgeht, daß, wenn die Sohle eine Sinuslinie von der Wellenlänge S bildet, auch der Spiegel eine solche Linie gleicher Wellenlänge beschreibt,

[5]) Gilbert nennt sie Antidunes, also Gegendünen.
[6]) Zeitschrift f. Bauwesen 60 (1910) Sp. 467.

[7]) United States Geological Survey. Water Supply Paper, 400 C Washington 1916, S. 42.
[8]) Gilbert führt an: Mississippi River Commission Report 1882, S. 83—88.
[9]) Mémoires présentés par divers savants à l'académie des sciences, 23 (1877) = Essai sur la théorie des eaux courantes, p. 227, 231, 232; z.T. auch Forchheimer, Hydraulik 1914 S. 160.

Digitized by Google

die gegen die Sohlenkurve um das Stück $2\pi\frac{x}{S}$ verschoben ist. Für die mittlere Sohlenneigung $i = 0$ und die mittlere Tiefe H liege, je nachdem $S^2 \gtrless 6H^2$ ist, die Verschiebung x zwischen $\frac{\pi}{2}$ und π bezw. zwischen 0 und $\frac{\pi}{2}$. Für $i =$ ungefähr $\frac{S^2}{2c^2H^2}$ (worin c die de Chézy'sche Zahl bedeutet) werde sie Null und für noch größeres Gefälle negativ, d. h. stromab gerichtet. Das Verhältnis der Spiegel- zur Sohlenamplitude sei für wagrechte Sohle $= 0$, werde $= 1$ für $i =$ ungefähr $\frac{S^2}{2c^2H^2}$, nehme für weiter wachsendes i ebenfalls zu, erreiche für $i =$ etwa $\frac{0{,}0036}{1+12\frac{H^2}{S^2}}$ den bedeutenden Wert von $\sqrt{1+280000\left(1-6\frac{H^2}{S^2}\right)}\frac{H^2}{S^2}$ und sinke dann wieder bis zum Grenzwert $\frac{1-6\frac{H^2}{S^2}}{1+12\frac{H^2}{S^2}}$ hinab. Für $i =$ ungefähr $\frac{S^2}{2c^2H^2}$ soll hiernach gleichförmige Tiefe im ganzen Flußlaufe herrschen. — Bei den Versuchen Gilbert's zeigte sich bei den stromabwandernden Dünen der Spiegel nur wenig gewellt, während er bei den Gegendünen der Sohle ungefähr in gleichem Abstande folgte. — In der Natur hat H. C. Gregory[10]) beim Durchschwimmen einer Strecke des San-Juan-Flusses die gegenläufigen Berge mit den Füßen berühren und den Kopf über Wasser halten können, während er über den Tälern um mehr als Armlänge tauchen mußte, um auf den Boden zu kommen. Die Erfahrungen beider Beobachter scheinen Boussinesq's Folgerungen zu bestätigen.

Gilbert trachtete ganz besonders den Geschiebetrieb zu ermitteln, nämlich jene größte Geschiebemenge, die das Gewässer bei Geschiebezusatz zu befördern vermochte. Der Vorgang ist aber ein so verwickelter, daß es ihm trotz ausgedehnter Versuchsreihen und zahlreicher Rechnungen nur in bescheidenem Umfange gelang, die obwaltenden Gesetze zu erforschen. So ist z. B. der Geschiebetrieb ungleichförmig und traten in den Gerinnen neben den kleineren Sandwellen größere langgestreckte auf. Einen weiteren Übelstand bildete es, daß das sich bildende Sohlengefälle gewöhnlich vom Spiegelgefälle abwich. Gilbert bestimmte meist nur das erstere, welches denn auch als das Gefälle seiner Gleichungen zu betrachten ist. Er gibt selbst zu, daß hierin ein systematischer Fehler liegen könne. Schließlich stellte er für den Geschiebetrieb Formeln[11]) auf, die, wenn man von ihm abweichend[12]) den Geschiebetrieb mit G, den Durchfluß mit Q, das Gefälle mit i, den Korndurchmesser mit D bezeichnet und unter F_1, F_2, F_3, f_1, f_2, f_3, Φ_1, Φ_2, Φ_3 Funktion versteht, folgende Gestalt annehmen:

$$G = F_1(Q, D)\,[i - f_1(Q, D)]\,\Phi_1(Q, D)$$
$$= F_2(i, D)\,[Q - f_2(i, D)]\,\Phi_2(i, D)$$
$$= F_3(i, Q)\left[\frac{1}{D} - f_3(i, Q)\right]\Phi_3(i, Q)$$

Für unveränderlichen Durchfluß (konstantes Q) und ein bestimmtes Korn (konstantes D) spielen z. B. in der ersten Gleichung $F_1(Q, D)$, $f_1(Q, D)$ und $\Phi_1(Q, D)$ die Rolle von Konstanten, von denen man zwar wisse, daß sie nur von Q und D abhängen, ohne daß aber von diesen Abhängigkeiten mehr herausgekommen sei, als daß sämtliche f und Φ sich im gleichen Sinne wie D und im entgegengesetzten wie Q und i ändern. Als Zahlenwerte[13]) der Exponenten hat er für gleichmäßiges Korn von $D = 0{,}0003$ bis 0,007 m

$\Phi_1 = 0{,}93$ bis $2{,}37$, $\Phi_2 = 0{,}81$ bis $1{,}24$, $\Phi_3 = 0{,}50$ bis $0{,}62$ ermittelt. Er sagt weiter[14]), daß, wenn der Durchfluß Q bezw. das Gefälle i bezw. die Tiefe H unveränderlich gehalten wird, der Geschiebetrieb proportional

mit U^4 bezw. mit $U^{3,2}$ bezw. mit $U^{3,7}$ [illegible] wachse, wobei U die mittlere Fließgeschwindigkeit bezeichnet. Nun ist für ein und dasselbe Geschiebe nach der de Chézy'schen Formel, welche Gilbert als geltend betrachtet[15]) $U =$ ungefähr $c\,H^{0,5}\,i^{0,5}$ oder $H = \frac{U^2}{c^2\,i}$ oder in der Rinne von der Breite B

$$Q = BHU = \frac{BU^3}{c^2\,i} \text{ oder } U = \frac{c^{2/3}}{B^{1/3}}\,Q^{1/3}\,i^{1/3}$$

Daher würde gemäß obiger Angabe folgen, daß für konstantes Q, bezw. konstantes i, der Geschiebetrieb

G proportional $U^{4,0}$ proportional $i^{1,33}$
G " $U^{3,2}$ " $Q^{1,07}$

ist, wonach f_1 und $f_2 = 0$ und $\Phi_1 = 1{,}33$, $\Phi_2 = 1{,}07$ sein müßte. Die vorhergehenden Angaben von Gilbert zeigen also, daß die Proportionalität von G mit Potenzen von U nur als eine grobe Annäherung aufzufassen ist.

Eine Prüfung des Du Boys'schen Gesetzes, welches sowohl Schoklitsch[16]), wie für Korngrößen bis zu 5 mm und künstlich eben gehaltene Sohle Schaffernak[17]) stimmend gefunden haben, nahm Gilbert nicht vor. Er bemerkt aber ausdrücklich, daß, wenn die Sohle sich ebnete oder sich wellte, keine sprunghafte Änderung des Geschiebetriebes stattfand[18]), wie er denn auch seine Formeln und Konstanten einheitlich für die drei Triebarten angibt. Dagegen waren die Schwankungen, die der Geschiebetrieb bei der gestatteten Sandwellenbildung erlitt, wie schon gesagt, sehr groß — viel bedeutender als bei dem Vorgange Schaffernaks.

Aus G proportional $i^{1,33}\,Q^{1,07}$ und $Q = c\,H^{1,5}\,i^{0,5}$ geht G proportional $H^{1,60}\,i^{1,86}$ hervor und dies sowie eine unmittelbare Zusammenstellung der Einzelmessungen Gilberts führt trotz der Schwankungen darauf, daß der Geschiebetrieb G bei zunehmendem Wert von Hi nicht so stark wächst, wie dies Du Boys verlangen würde. Da sei auf die verwandte Beobachtung Schaffernak's[19]) hingewiesen, daß bei seiner ebenen Sohle für Korn über 10 mm G linear mit der Wassertiefe H wuchs.

Wurden zwei Sandsorten gemengt, so entsprach die Förderung nicht dem Mischungsverhältnis. Trug man nämlich den Feinsandgehalt des Gemenges als Abszisse und den Geschiebetrieb als Ordinate auf, so erhielt man nicht eine fallende Gerade, sondern eine ∾förmige Kurve, die zunächst etwas anstieg. Sie verlief bei Überschuß des feineren Sandes durchweg höher als die genannte Gerade, während bei Überwiegen des gröberen Sandes der ⌣ Endbogen unter diese Gerade sank. So konnte ein Gemenge von ¾ Fein- und ¼ Grobsand bis zu $^1/_{10}$ mehr Geschiebetrieb geben als ungemischter Feinsand[20]).

Bei Nachahmung eines natürlichen Flußbodens durch Mengung von fünf Sandsorten ergab sich ebenfalls ein recht erheblicher Geschiebetrieb, welcher[21]) fast denjenigen erreichte, der im Feinsten der Mengteile unter sonst gleichen Verhältnissen aufgetreten wäre. Ähnlich hat schon

[10]) Gilbert a. a. O. S. 32, 33.
[11]) a. a. O. S. 10.
[12]) In der allgemeinen Form, in der Gilbert diese Formeln gibt, ist es gleichgültig, ob sich G und Q auf die Breiteneinheit oder auf das ganze Bett beziehen. Diese Ergebnisse in der Ausdrucksweise der Urschrift bilden den Inhalt einer Besprechung von H. Engels, Zentralbl. d. Bauverwaltung 34 (1914) S. 623; 35 (1915) S. 96.
[13]) Gilbert a. a. O. S. 10.
[14]) Ebenda S. 11.
[15]) Ebenda S. 71, 159. Bei unbeweglicher breiter Sohle ist U ungefähr proportional $H^{0,7}\,i^{0,5}$, wieder bei Einführung der Tiefe anstelle des Profilradius.
[16]) a. a. O. S. 49.
[17]) F. Schaffernak. Neue Grundlagen für die Berechnung der Geschiebeführung in Flußläufen, Leipzig — Wien 1922, S 28. Eine Besprechung dieser Schrift brachte „Die Wasserkraft" 1925, S. 17.
[18]) Gilbert a. a. O. S. 55.
[19]) a. a. O. S. 28.
[20]) Gilbert a. a. O. S. 173.
[21]) Ebenda S. 178.

Digitized by Google

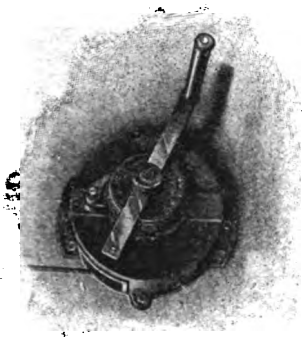
Schoklitsch[22]) beobachtet, daß vom gemischten Geschiebe mitunter mehr fortbewegt wurde, als der Feinsten der Gemengesorten entsprochen hätte.

Außer den Dünen, die in den mit Geschieben gesättigten Gewässern auftreten, entstehen Sohlenwellen infolge von Sohlenangriffen z. B. stromabwandernde, wenn von oben nicht die der örtlichen Schleppkraft entsprechende Geschiebemenge herabkommt[23]). Hiefür müssen eigene Beziehungen gelten und auch bei den eigentlichen Wellen ist deren Ausbildung allerlei Abweichungen unterworfen, besonders durch die Windungen der Läufe, welche Störungen verursachen. Zudem kommt, daß die wandernden Häger ein Hochwassererzeugnis sind, welches bei sinkendem Wasserstand mehr oder weniger verschwindet. In den Stromkarten, welche auf Mittel- oder Niederwasseraufnahmen beruhen, erscheinen sie daher, wenn überhaupt, doch keineswegs in ihrer ursprünglichen Gestalt. So haben sie sich bisher bis zu einem gewissen Grade der Beachtung entzogen, trotz der Bedeutung, welche den Bergen als Ablagerungen für den ungehemmten Wasserabfluß und den Tälern als Kolke für den Bestand der Flußbauten zukommen kann.

Neuartige Sicherheitswinden

Von Ing. E. Peter, Chemnitz.

Bei dem durch die ständig steigenden Arbeitslöhne bedingten großen Interesse, die Transportkosten der Waren durch die Beschaffung von wirtschaftlich arbeitenden Hebezeugen möglichst zu verringern, dürften die nachfolgend beschriebenen Winden ein willkommener Hinweis auf praktische Hilfsmittel für jeden sparsamen Betriebsleiter sein.



Kuka-Handwinde.

Kuka-Transportwinde.

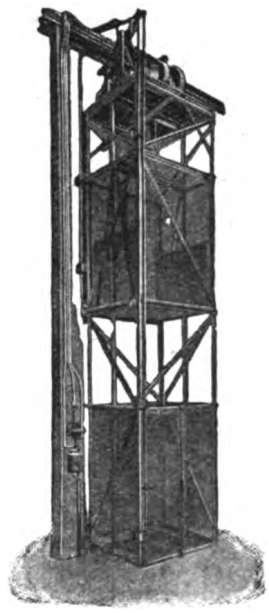
Zweckmäßige Transportmittel bringen nicht nur Gewinn an Zeit und Geld, sondern sichern auch bei den bedienenden Arbeitern gegen Verletzungen und schützen das Transportgut vor Beschädigung.

Ein allen Anforderungen der Neuzeit entsprechendes Erzeugnis dieser Art sind die sogenannten „Kuka"-Sicherheitswinden D. R. P. und Auslandspatente der Firma Keller & Knappich, G. m. b. H., Maschinenfabrik Augsburg. Die Vorteile dieser Winden gegenüber den üblichen Handelsfabrikaten bestehen darin, daß:

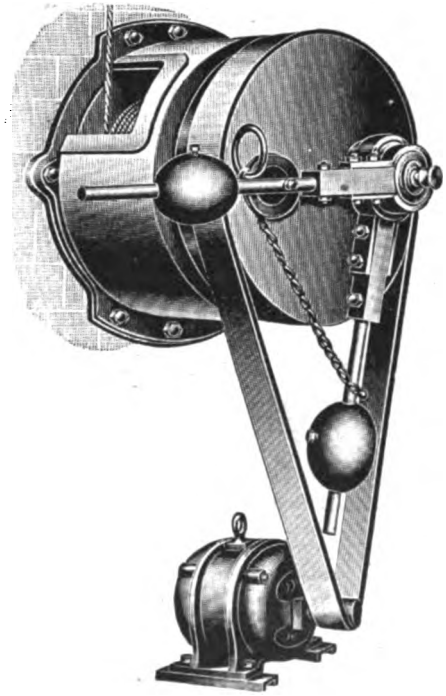
1. der „Kuka"-Sicherheitsbremsregler ermöglicht, beim Heben und Senken der Last eine selbsttätige, unbedingt sichere Sperrung des Windwerkes, wenn die Kurbel losgelassen wird, bzw. bei Kraftwinden, wenn der Riemen reißt, oder die Antriebskraft plötzlich ausbleibt;
2. bei Handwinden die Bedienung für Heben und Senken der Last nur durch eine einzige Handkurbel erfolgt. Das Senken der Last geht bei stillstehender Kurbel mit gleichbleibender Geschwindigkeit vor sich. Daher große Zeit- und Lohnersparnis;
3. solide, gedrängte Bauart, daher geringster Raumbedarf, staubsichere Kapselung aller Bremsteile, gefräste Räder, daher ruhigster Gang, großer Trommeldurchmesser, daher geringster Seilverschluß;
4. direkter Antrieb von Transmission oder Motor ohne Vorgelege. Riemenscheibe oder Zahnrad laufen beim Heben und Senken der Last ohne Unterbrechung in einer Richtung. Nur eine Riemenscheibe;
5. vollständige Übereinstimmung mit den Vorschriften der Behörden, so daß sie von Berufsgenossenschaften und anderen Sicherheitsbehörden als vorbildlich empfohlen werden. Die genannte Firma bringt 3 Haupt-Typen mit verschiedenen Tragkräften auf den Markt: eine Handwinde, eine Wandkraftwinde und eine liegende Kraftwinde.

Die Handwinde ist vollkommen gekapselt, so daß die Seiltrommel und das Rädergetriebe gegen Witterungseinflüsse geschützt sind. Ein Hauptvorzug ist die einfache Bedienung; denn alle Bewegungen, wie Lastheben, Lastsenken und das Senken des leeren Hakens, sind durch Drehen an einer Kurbel zu erzielen. Die Bremse arbeitet vollkommen selbsttätig; beim Loslassen der Kurbel steht die Last sofort still, die Senkbewegung wird durch einfachen Rückdruck an der Kurbel erzielt; es ist somit keinerlei Arbeit beim Senken zu leisten. Die Senkgeschwindigkeit kann eine gefährliche Größe nicht erreichen, da eine mit der Bremse verbundene Geschwindigkeitsbremse die Senkgeschwindigkeit regelt.

Für Bockkrane ist meist noch eine mechanische Bewegung der Laufkatze auf dem Gerüst nötig. Diese kann in bequemer Weise bei den „Kuka"-Winden mit der Hubwinde gleichzeitig an ein und derselben Kurbel erreicht werden, indem mit einer Kupplung das Laufkatzenwerk eingeschaltet wird. Es wird somit mittels einer einzigen Kurbel die Last gehoben, seitlich verschoben, gesenkt und gebremst, eine Leistung, die von keiner anderen Winde er-



Aufzug mit eingebauter liegender Kraftwinde Kuka.



Kuka-Wandkraftwinde.

[22]) Über Schleppkraft usw. S. 36, 50.

[23]) Schoklitsch, Über Schleppkraft usw. S. 64. Siehe auch Th. Rehbock, Betrachtungen über Abfluß, Stau- und Walzenbildung in fließenden Gewässern, Berlin 1917.

Digitized by Google

reicht wird. Auf diese Weise wird eine besondere Fahrwinde gespart.

Die beiden Kraftwinden-Typen sind für Krane und Aufzüge gleich gut verwendbar. Wesentlich ist der einfache Anschluß eines Motors durch direkten Riemen auf die Windenantriebsscheibe. Zwischenvorgelege sind nicht nötig.

Die Antriebsscheibe läuft nur in einer Drehrichtung, so daß der Motor nicht mit einem teuren Wendeanlasser, sondern mit einem einfachen, billigen Hebeanlaßapparat betätigt werden kann. Beim Heben wie beim Senken der Last laufen somit Winde wie Motor stets in einer Richtung. Neben Riemenantrieb können diese Winden auch für direkten Zahnradantrieb geliefert werden.

Als Hauptmerkmal muß die vorteilhafte Bauart der Bremse erwähnt werden, die es ermöglicht, die Last dauernd unter Kontrolle zu haben, während bei Winden älterer Bauart beim Übergang von Ruhelage der Last in die Hubbewegung stets ein Zwischenvorgelege vorhanden ist, in welchem die Last eine gewisse Strecke sinkt, ehe sie anhebt.

Der geringe Raumbedarf der Winde ermöglicht ihren Einbau selbst in schwierigen Fällen bei Platzmangel. Sie ersetzen mit Vorteil Aufzugswinden älterer Konstruktion, da ihre gedrängte Form, ihre hohe Wirtschaftlichkeit im Kraftverbrauch und der einfache Antrieb besser sind als bei diesen. Der Einbau einer selbsttätigen Ausrückvorrichtung in den End- und Zwischenhaltestellen der Lastbahn macht diese Winde für Aufzugsbetrieb besonders geeignet, um so mehr, als auch auf einfache Weise eine Sperrung des Steuerseiles durch die bei Aufzügen üblichen Türverschlüsse bewirkt werden kann.

Das Anwendungsgebiet der „Kuka"-Sicherheitswinden ist universal. In Industrie und Handwerk, Mühlen, Waren- und Lagerhäusern, Brauereien, Gastwirtschaften, Bäckereien, Steinbruchbetrieben, im Baugewerbe und in der Landwirtschaft, kurzum, überall da, wo Lasten zu befördern sind, bedient man sich mit Vorliebe der „Kuka"-Winden, die neben höchster Leistung und einfachster Bedienung eine absolute Betriebssicherheit gewährleisten.

Die genannten Vorzüge heben diese Windenart wesentlich über die üblichen Durchschnittsfabrikate hinaus. Wenn trotz alledem der Preis dieser Hebezeuge in angemessener Höhe liegt, so ist dies auf die wirtschaftliche Reihenfabrikation des obenerwähnten Unternehmens zurückzuführen.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß die Winden aus bestem Material hergestellt sind und gefräste Stahlguß-Stirnräder besitzen, wodurch die höchste Leistung bei geringstem Kraftbedarf erzielt wird.

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Das Grimselwerk. Über die Ausnützung der Wasserkräfte des Haslitales bestehen zwei Projekte, welche beide einen Stausee beim Grimselhospiz vorsehen. Das erste Projekt stammt von dem ermordeten Ministerpräsidenten Narutowicz von Polen aus der Zeit seiner Professur am eidgen. Polytechnikum in Zürich und sieht die Ausbeutung des Gefälles in zwei Stufen vor. Ein weiteres Projekt, das drei Stufen vorsieht, bearbeiteten die Bernischen Kraftwerke durch ihr eigenes Ingenieurbureau in Innertkirchen. Dieses Projekt ist bereits vielfach besprochen worden und die Berner Regierung hat vor einiger Zeit eine Expertise darüber angeordnet. Die Aufgabe der Experten wird es sein, die beiden Projekte miteinander zu vergleichen und namentlich auf einheitlicher Basis Kostenvoranschläge aufzustellen. Diese Arbeit wurde den Herren Ingenieur Gruner in Basel und Prof. Meyer-Peter in Zürich übertragen. Die geologischen Unterlagen überprüfte Prof. Lugeon in Lausanne. Außerdem hatten die Herren Direktor Payot vom Basler Elektrizitätswerk und Direktor Lüscher von der Elektrobank in Zürich die speziellen Ausbaufragen und die wirtschaftlichen Fragen zu begutachten. Die Berichte der Experten sind vor einigen Tagen der Berner Regierung eingereicht worden und stellen eine außerordentlich umfangreiche Arbeit dar. Im allgemeinen schließen sich die Herren dem Projekte der Bernischen Kraftwerke an und befürworten den dreistufigen Ausbau, der in mehreren Etappen durchzuführen wäre. Den Urteilen aus Fachkreisen ist zu entnehmen, daß der Bau des Grimselwerkes empfohlen werden kann, wenn die Erstellung unter günstigen Bedingungen möglich wird, die wirtschaftlichen Verhältnisse sich bessern und damit auch die Absatzmöglichkeiten für die elektrische Energie im In- und Ausland sicherer geworden sind.

Der Muzzanersee als Speicherbecken. Das Elektrizitätswerk Lugano hat vor einigen Jahren zur Deckung des Spitzenbedarfs des Werkes eine Dieselreserveanlage gebaut, die Grundkraft liefert das Wasserkraftwerk Gordola. Nun macht der Ingenieur Giuseppe Vella in Lugano in einer Studie einen anderen Vorschlag. Nach ihm soll der Muzzanersee als Speicherbecken benützt werden. Der See hat eine Oberfläche von 330 000 m². Durch Absenkung um 3 m wird eine Akkumulierung von 100 000 m³ ermöglicht. Der natürliche Zufluß ist unbedeutend. Die überschüssige Energie des Elektrizitätswerkes Gordola würde dazu benutzt werden, das nötige Wasser in das Becken zu pumpen. Auf diese Weise könnte Wasser aufgespeichert werden, das in Zeiten von Wassermangel zum Betrieb einer Reserve-Wasserkraftanlage benützt werden könnte. Da das nutzbare Gefälle bis zum Luganersee 70 cm beträgt, rechnet Ingenieur Vella auf die Gewinnung von jährlich 4 Mill. kWh unter Annahme eines Nutzgefälls von 60%.

Wasserbau

Erfahrungen mit Eisenbeton-Druckrohren und Betonkanälen der bremischen Kanalisation. Hierüber macht Baurat Müller, Bremen, in der Zeitschrift „Die Städtereinigung" 1923, Nr. 4, die nachstehend im Auszug wiedergegebenen Angaben:

Die in den Jahren 1913 und 1914 ausgeführten Eisenbeton-Druckrohrleitungen haben sich im Laufe des achtjährigen Betriebes in jeder Weise bewährt. Undichtigkeiten haben sich nicht gezeigt; Reparaturen sind nicht notwendig gewesen; die Rohre sind, nach vorgenommenen Untersuchungen, innen und außen tadellos erhalten. Immerhin ist für ein endgültiges Urteil der seit Inbetriebnahme der Druckrohrleitungen verflossene Zeitraum noch zu kurz, namentlich für die Entscheidung der Frage, ob Eisenbeton-Druckrohrleitungen für Kanalisationsabwässer in wirtschaftlicher Beziehung (Lebensdauer) flußeisernen oder gußeisernen Leitungen überlegen sind. Die Erfahrungen, die in Bremen bezüglich des Beton zerstörenden Einflusses der Abwässer und des Grundwassers vorliegen, fordern jedenfalls zur Vorsicht auf.

In einem bremischen Stadtgebiete mit wechselndem Grundwasserstande waren die Betonverschlußdeckel der Kanalanschluß-Stutzen zermürbt und zerfallen. Da Zerstörungen an dem mit der Kanalluft in Berührung gewesenen Teil des Deckels nicht gefunden wurden, war es klar, und auch durch die chemische Untersuchung bestätigt, daß die Ursache nur der wechselnde Grundwasserstand war. Bei einem anderen im Jahre 1905 ausgeführten Kanal wurde vor zwei Jahren festgestellt, daß der auf dem Kanalscheitel in Mischung 1:3 aufgebrachte 2 cm starke Zementestrich zerstört war. Der Kanal lag nicht im Grundwasser. Eine chemische Untersuchung des Zementestrichs ergab als Ursache das Eindringen von Wasser. Selbst ganz reine Wässer zerstören bei dauernder Einwirkung schließlich den Zement. Zement- und Betonbauten im Boden sind daher stets besonders dicht auszuführen und mit geeigneten Schutzanstrichen zu versehen.

Sonst sind Zersetzungserscheinungen an den Außenseiten von Betonkanälen bisher nicht wahrgenommen;

Digitized by Google

An unsere Leser!

Die rapid fortschreitende Entwertung der Mark zwingt uns, den Bezugspreis der „Wasserkraft" für Monat August auf 20.000.— Mk. zu erhöhen. Wir bitten unsere Abonnenten, den Betrag unter Benützung der beiliegenden Zahlkarte sofort einzusenden. Der Bezugspreis ist freibleibend.

Richard Pflaum Verlag A. G.

selbst ein im Moorwasser seit einer langen Reihe von Jahren liegender, ohne Schutzanstrich verlegter Kanal wies keinerlei Zersetzungserscheinungen auf. Andererseits haben Kanalgase an einigen Stellen Betonkanäle angefressen, doch sind, wie neuerdings in Bremen festgestellt wurde, auch eiserne Druckrohre hiervor nicht sicher.

Kurze Nachrichten

Wasserkraftnutzung.

Kaufbeuren (Bay.). Der Stadtrat beschloß zur Weiterführung des beg. Baues des Wasserkraftwerkes einstimmig die Aufnahme einer Anleihe von 1 Milliarde Mark durch ein aus vier Banken bestehendes Konsortium.

Die Wasserkraftanlage Hirschaid des Überlandwerkes Oberfranken, deren Bau im Januar 1921 beschlossen worden war, wurde Anfang April eröffnet. Obwohl der Bau erst im Mai 1921 in Angriff genommen wurde, konnte doch schon im Dezember 1921 die erste Turbine in Betrieb genommen werden. Das Werk besteht aus einer Stauanlage bei Neuses, mit einem 40 m breiten Grundablaß, einem 75 m breiten automatischen Dachwehr und einem Einlaufbauwerk von ca. 32 m Breite, einem 8 km langen, hochwasserfrei gelegenen Oberwasserkanal, Krafthausanlage und Unterwasserkanal. Schätzungsweise könnten durch diese Anlage jährlich 150 000 Tonnen Kohle erspart werden.

Bahnelektrisierung

Elektrischer Bahnbetrieb in Schweden. Der Generaldirektor der schwedischen Staatsbahnen, Granholm, der eben von einer Reise nach der Schweiz zurückgekehrt ist, wo er die elektrischen Eisenbahnen studierte, teilt mit, daß mit der Umwandlung der Stammbahn Stockholm—Gotenburg in elektrischen Betrieb in einigen Monaten begonnen werden kann. Diese quer durch den breitesten Teil Schwedens gehende 450 km lange Bahn ist die erste große Linie, womit die Elektrisierung des schwedischen Staatsbahnnetzes ihren Anfang nehmen soll. Den Berechnungen nach wird die Riesenarbeit der Elektrisierung der Linie Stockholm—Gotenburg 2—3 Jahre in Anspruch nehmen. (Elektrotechn. Anzg. 1923, 81.82.)

Vereine — Versammlungen

20. Jahresversammlung des Vereins Ber. Ingenieure (V. B. I.). Der Verein, in welchem nur unabhängige, lediglich eine reine beratende Tätigkeit ausübende Ingenieure und Architekten zusammengeschlossen sind, hielt am 2. Juli in Berlin seine 20. Jahresversammlung ab. Der Vorsitzende, Ber. Ingenieur, V.B.I., Plümecke, Berlin-Steglitz, wies in seiner Begrüßungsansprache auf die ernsten Zeiten hin, die das deutsche Volk zurzeit durchlebt. Der Forderung des Feindbundes, den passiven Widerstand an der Ruhr aufzugeben, müßte im Interesse der Erhaltung unserer Wirtschaft ein entschiedenes „Nein" entgegengesetzt werden, da ihre Erfüllung gleichbedeutend sei mit der Auslieferung unserer gesamten Industrie. Unter der ungeheuren Teuerung leidet auch der freie Berufstand der unabhängigen Ingenieure in hohem Maße, wenngleich sich die Erkenntnis der Notwendigkeit unparteiischer Beratung vor, während und nach der Ausführung technischer Anlagen aller Art, sowie in allen technisch-wirtschaftlichen Fragen im Volke immer mehr und mehr Bahn bricht. Die Verhandlungen zeigten die Wichtigkeit der Aufgaben, welche der Ingenieur als reiner Berater im Interesse der Allgemeinheit zu leisten berufen ist. Die Geschäftsstelle des Vereins wurde nach Berlin W. 66, Mauerstr. 81 (Dr. Lux) verlegt.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 10)) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu dem über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 25. August 1923.

59b, 1. J. 22 498. Janka & Co., G. m. b. H., Radotin bei Prag. Kreiselpumpe mit einem das Kreiselrad umgebenden Ringkanal.

84a, 3. S. 55 716. Société Technique & Industrielle d'Entreprises, Paris. Selbsttätige Steuerung der Schütze bei einer Gezeitenkraftanlage. 28. 2. 21.

84c, 5. H. 83 951. Dr.-Ing. Adolf Haag, Berlin-Nikolassee, Normannenstraße 18. Herstellen von Unterwassertunnel 22. 1. 21.

88a, 6. K. 83 909. Moritz Kroll, Pilsen, und Hermann Reuter, Außig. Gleichdruckturbine. 6. 11. 22.

Letzter Tag des Einspruches 2. September 1923.

21c, 53. K. 80 482. Knorr-Bremse A.-G., Berlin-Lichtenberg. Selbsttätiger Druckregler für elektrisch angetriebene Kompressoren. 16. 1. 22.

42e. 2. C. 31 243. Paul Jules Aristide Joseph Citerne, Paris. Vorrichtung zur Sicherung genauer Anzeigen von Turbinenwassermessern auch bei geringem Verbrauch. 24. 10. 21. Frankreich 25. 10. 20.

Gebrauchsmuster.

59c, 848 182. Carl Bernhard Becker, Hamburg, Langereihe 83. Explosionskraftanlage zum Heben großer Wassermengen für den Betrieb von Turbinen u. dgl. 27. 6. 21. B. 94 263.

21d. 26. S. 55 810. Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin. Regelanordnung für hydroelektrische Anlagen, bei denen speicherfähige Anlagen mit nicht speicherfähigen zusammenarbeiten. 9. 3. 21.

Telegramm-Adresse: Seckstein
MÜNCHEN
Telephon-Nummer 53132
255

Digitized by Google

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserkraftnutzung. Die Wildbäche und das schießende Fließen. Von Geh. Baurat Graevell, Breslau. „Die Bautechnik" 1923, Nr. 10, S. 75—78. (Theoretische Betrachtungen über den Abflußvorgang.)

— Neue Kleinwasserkraftanlagen ohne Turbinenregler. Von Ing. G. Reindl, München. „Der elektrische Betrieb" 1923, Nr. 4, S. 43/44, 3 Abb. (Verwendung von Dynamomaschinen besonderer Bauart. Die Turbine arbeitet stets voll geöffnet. Kostenersparnis bis zu 50 v. H. gegen eine Ausrüstung mit Turbinenregler.)

— Wasserkräfte in Chile. „Engineering" v. 8. 9. 1922, 3 Spalten, 6 Abb. (Allgemeines über Wasserkräfte in Chile und Besprechung des neuesten Kraftwerkes im Coloradofluß mit 30 000 PS-Leistung.)

— Die Maschinenanlagen des Murgwerkes. Von Baurat E. Treiber, Karlsruhe. „Z. d. V. d. I." 1923, Nr. 18, S. 429—435, 12 Abb. (Wasserwirtschaftliche Grundlagen. — Beschreibung der Gesamtanlage und des maschinellen Teils einschließlich des zweiten Ausbaues.)

— Turbinen und Regler des Kraftwerks Ritom der Schweiz. Bundesbahnen. Von Dipl.-Ing. V. Gelpke, Luzern. „Z. d. V. d. I." 1923, Nr. 18, S. 436—443, 21 Abb. (Beschreibung der Hauptverschlüsse der unter 800 m Druck stehenden Rohrleitungen nebst Steuerung und Sicherung, der Turbinenregelung mittels Düsennadel, der Sicherheitsvorrichtungen gegen Betriebsstörungen und der Bremse zum raschen Anhalten der Turbinen.)

— Versuche an der Kaplan-Turbine. Mitteilung des Kaplan-Turbinenkonzerns. „Z. d. V. d. I." (Angaben über Konstruktion und Einbau der Versuchsturbine, Ausführung und Ergebnisse der Versuche, die noch kein abschließendes Urteil gestatten. Rechtsgültigkeit der Kaplan-Patente.)

— Die Turbinen des Untrawerkes (Stockholm). Von C. Reindl. „Z. d. V. d. I." 1923, Nr. 18, S. 448—449, 4 Abb. (Darstellung der Turbinenanlagen und Angabe von Einzelheiten.)

Entwässerungen. Die Wirkung von Regenüberfallbauwerken städtischer Kanalisationen auf die Vorfluten. Von Reg.-Baum. Kurz, Berlin. „Gesundheitsingenieur" 1923, Nr. 7 u. 8. (Vergleich zwischen Messungsergebnissen und theoretischen Berechnungen, Gegenüberstellung der Wirkungsweise verschiedener Regenüberfallbauwerke.)

Wasserbau. Das Gesetz für den Durchflußwiderstand in Rohrleitungen kreisförmigen Querschnitts. „Ges.-Ing." 1923, Nr. 17, S. 166. (Angabe einer neuen Formel nach den Forschungsarbeiten von Geheimrat H. Lang, Köln-Nippes.)

Buchbesprechungen

Die Methoden des Flußbaues von Dr. Ing. Erwin Marquardt, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, (Preis: Grundzahl geb. 2,8 M.).

In der vorliegenden kleinen Schrift ist ein sehr wertvoller Ueberblick über die Aufgaben und Methoden des Flußbaues gegeben. In kurzen Abschnitten bespricht der Verfasser die Eigenschaften der Flüsse und die wasserwirtschaftlichen Maßnahmen im Flußgebiet, um dann die Flussbauwerke eingehender zu behandeln. Mit einer kurzen Erörterung über den Einfluß der verschiedenen Flußbaumethoden auf den Wasserhaushalt der Flüsse und einem Ueberblick über die Geschichte des Ausbaues der deutschen Flüsse schließt das kleine Buch ab.

Die Wasserwirtschaft ist ein Einheitliches und der Flußbau ein Teil hiervon, der mit den übrigen innigst zusammenhängt und von ihnen nicht gesondert zu betrachten ist. Wird irgendwo gegen diesen Grundsatz gesündigt, so entstehen Unzuträglichkeiten und Folgen, die oft nur schwer zu beheben sind. Auf diese Zusammenhänge in der Wasserwirtschaft ist in dem Buch verschiedentlich hingewiesen. Der Stoff selbst ist auf Grund eingehender Literaturstudien immer unter kritischer Würdigung behandelt. Der Werdegang unserer Erkenntnis an den natürlichen Wasserläufen, das Fortschreiten und die Entwicklung der Methoden in der Behandlung der Flüsse und die auf diesem Gebiete sich immer neu darbietenden Aufgaben kommen klar zum Ausdruck und bieten besonders demjenigen, der den Flußbau aus eigenem Erleben kennt, viel Anregendes und zwar auch dann, wenn er mit der Ansicht des Verfassers nicht immer einig gehen kann. Besonders hingewiesen sei auf die übersichtlichen Ausführungen über „Die Hilfsmittel zur Behandlung der Wasserläufe", in denen die einzelnen Bauten hinsichtlich ihrer Wirkung auf Wasserstand, Eisverhältnisse, Profilausbildung, Geschiebe und Schiffahrt sehr gründlich erörtert sind. Natürlich lassen sich

454

Jüngerer tücht. Kultur-Ing.

sucht sofort Stelle in einschläg. Unternehmen bei bescheidenen Ansprüchen. Derzeit noch in einem Ingenieur-Büro tätig.

Gefl. Zuschriften unter Chiffr. 489 an die »Wasserkraft«.

Sprengungen

„Sie haben in 10 Arbeitstagen durch Ihre Sprengungen mit der gleichen Anzahl Arbeiter das geleistet, wozu wir von Hand ca. 5 Arbeitswochen gebraucht hätten. Ausdrücklich betonen wir, daß durch die Sprengungen weder das Gebäude noch das Gewölbe Schaden gelitten hat",
schreibt die Spatenbrauerei München. 487

Beseitigung von altem Mauerwerk, Beton- und Eisenbeton, auch in **geschlossenen Räumen** rasch und billigst durch

Sprengtechnisches Büro G. m. b. H.
Telefon 51549 **MÜNCHEN** Görresstr. 43

Architektur- u. Bauingenieurbüro
Stamm-Hilpert
Entwurf, Bauführung, Abrechnung von Fabrik-, Wohn- und Wasserbauten. Spezialberatung in allen Angelegenheiten des Wasserbaus. Unparteiische Berechnung vorhandener Wasserkräfte. Interessenvertretung der Bauherrschaft. 428
Materialbeschaffung.
Nürnberg, Gostenhofer Schulgasse 4
Eingang Plärrer. Telefon 4670.

Digitized by Google

die großen und schwierigen hier vorliegenden Probleme in dem Rahmen eines kleinen Buches nur schwer behandeln und kritische Urteile, wenn sie zu knapp gehalten werden müssen, haben oft den Anschein der Einseitigkeit.

Das Buch stellt einen sehr guten Beitrag zu unserer Literatur des Flußbaues dar und kann allen, die sich mit flußbaulichen Problemen zu beschäftigen haben, aufs beste empfohlen werden. Dantscher.

„Technischer Selbstunterrricht für das deutsche Volk." Briefliche Anleitung zur Selbstausbildung in allen Fächern und Hilfswissenschaften der Technik. Herausgegeben von Ing. K. Barth, unter Mitarbeit von Prof. Kleiber, München, und anderen bewährten Fachmännern. Verlag R. Oldenbourg, München. Grundpreis: Geheftet 1,20 je Heft.

Mit der Herausgabe von sogen. Unterrichtsbriefen, die in hübschen, gut ausgeführten, mit vielen bildlichen Darstellungen versehenen Heften erscheinen, hat sich der Verfasser zur Aufgabe gestellt, denjenigen Kreisen, die bei mangelnder Vorbildung den Wunsch fühlen, sich technische Kenntnisse anzueignen, fortschreitend eine solide Grundlage technischen Wissens zu ermitteln. Gute, populär gehaltene technische Leitfäden, die von ganz unten ihren Lehrgang beginnen, gab es bisher kaum, die üblichen technischen Lehrbücher aber setzen bereits sehr viel an fachlichen Kenntnissen, besonders in der Mathematik oder wenigstens an Methodik des Studienganges voraus, so daß die wenigsten in der Lage sind, aus diesen Büchern Nutzen zu ziehen. Das Barth'sche Werk füllt diese Lücke durch Klarheit und leichte Verständlichkeit der Darstellung aus und ist den Kreisen, an die es sich wendet, bestens zu empfehlen.

Von dem Werk liegen bereits 3 Bände — eine Vorstufe und 2 Fachbände — vor. Die Vorstufe führt in die technischen Hilfswissenschaften ein, im 1. Fachband werden die Naturkräfte und Baustoffe besprochen. Der vorliegende 2. Fachband behandelt Bau- und Kulturtechnik in einer Reihe von Abschnitten. Weitere Bände werden sich in unmittelbarer Folge anschließen. Kr.

Berichtigung.

In der Abhandlung „Zur Klarstellung der Spannungsverhältnisse in Druckstollen" von Ing. Dr. L. Mühlhofer im Heft 14 sind einige Druckfehler stehen geblieben, die wir hiemit berichtigen wie folgt:

Seite 186 (l) Zeile 16: Der Zähler von Gleichung (4) soll $\left[1-\left(\frac{a_2}{x}\right)^2\right]$ heißen statt $\left[1-\left(\frac{a^2}{x}\right)^2\right]$.

Seite 186 (l) Zeile 23: Die rechte Seite von Gleichung (5) heißt richtig $+\left(\frac{a_1}{x}\right)^2 \cdot p_1$ statt $+\left(\frac{a^2}{x}\right)^2 \cdot p_1$.

Seite 186 (r) Zeile 34: Das Teilvolumen beträgt $(x\,d\alpha)\cdot dx\cdot 1$ statt $(x\,dx)\cdot dx\cdot 1$.

Seite 186 (r) Zeile 49, Seite 188 (l) Zeile 53 u. Seite 188 (r) Z. 5: Für die bezogene Dehnung in achsialer Richtung gilt einheitlich die Bezeichnung ε_3.

Seite 187 (l) Zeile 30: Vor $0 \ldots \infty$ fehlt der Ausdruck ΔV, so daß $\Delta V = 0 \ldots \infty$ zu lesen ist.

Seite 188 (l) Zeile 52: Die Teilfläche beträgt $(x\,d\alpha)\cdot dx$ statt $(x\,d\alpha)\cdot dx$.

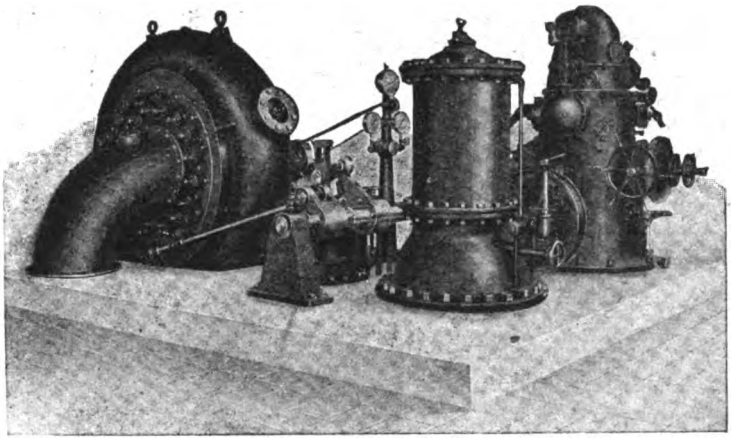
Seite 190 (r) Zeile 29: Die reduzierte Spannung heißt $\sigma_{l\,red}$ statt σ_{red}.

Seite 190 (r) Zeile 46:
Lies $m = m_G = 10$ statt $m = mG = 10$.

Seite 190 (r) Zeile 48: Der Außenhalbmesser beträgt $a_2 = 155$ cm und nicht $a_2 = 105$ cm.

Seite 192 (l) Zeile 6: Lies Rohrmaterial statt Rohmaterial.

A. G. der Maschinenfabrik von **Theodor Bell & Co.** Kriens-Luzern. Gegründet 1855.

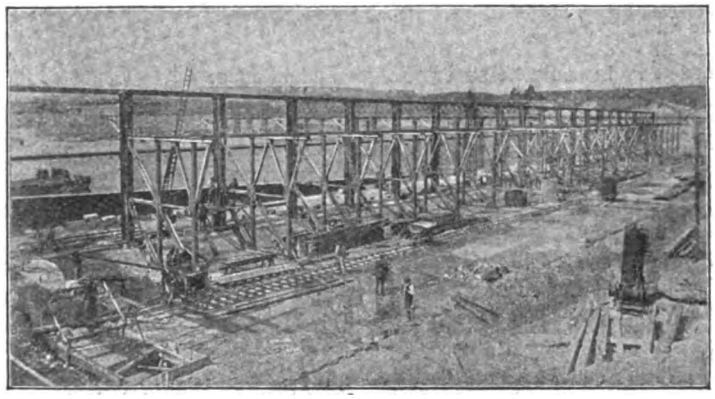


Einfache Spiralturbine von 5000 PS. Leistung mit Isodrom-Öldruck-Regulator im Kraftwerk Lungernsee

2 Stück à 5000 PS. geliefert und 1 Stück à 12000 bis 14000 PS. in Auftrag.

Wasserturbinen, Präzisionsregler, kompl. hydraulische Anlagen — Maste u. Tragwerke für elektr. Leitungen.

Digitized by Google



Gießereien, Eisenkonstruktionswerk und Maschinen-Fabrik

F. S. KUSTERMANN

G. m. b. H. **MÜNCHEN**
Rosenheimerstraße 120

Schleusen, Torschleusen, Rechen, Wehranlagen

bis zu den größten Abmessungen.

Norddeutsche Sprengstoff-Werke Aktiengesellschaft ★ Hamburg 11.

NOSPAG · NORDDEUTSCHE SPRENGSTOFF-WERKE AKT. GES. HAMBURG

Altbewährte

Sprengstoffe

und Zündmittel für

Kanal- und Tiefbauten

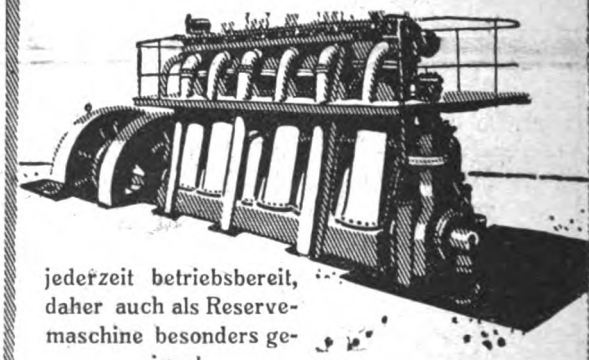
außer Syndikat.

Vertreter für Süddeutschland:
Gimmy & Diepold G. m. b. H. Neckarelz (Baden).

M·A·N

MASCHINENFABRIK AUGSBURG / NÜRNBERG · A. G.

DIESELMOTOREN



jederzeit betriebsbereit, daher auch als Reservemaschine besonders geeignet.

Näheres Drucksache W. A. 55

Amme, Giesecke & Konegen
A.-G.
Braunschweig

Technische Büros in
Berlin W 9, Potsdamerstr. 134 a
Königsberg i. Pr., Schleusenstr. 3 e
München, Am Karlsplatz 24
Breslau, Weidenstr. 30

Wasserkraft-Anlagen

Wasserturbinen für alle Gefälle und Leistungen,
Automatische Geschwindigkeitsregler,
Wasserstandsregler, Rechen, Schützen,
Wehranlagen.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 16 **München, 15. August 1923** **18. Jahrgang**

Belastungsverhältnisse in einem Überlandnetz

Von Zivilingenieur Dr. techn. Josef Ornig, Graz.

1. Allgemeines.

Für das Zusammenarbeiten mehrerer Großkraftwerke in ein gemeinsames Ueberlandnetz sind die Belastungsverhältnisse der angeschlossenen Verbraucher maßgebend; sie bestimmen die zum Ausgleich der zeitlichen Schwankungen erforderlichen Speicherräume, sowie die Größe der bereitzustellenden Maschineninstallation. Im einzelnen hängt deren Bemessung von der Betriebsdauer der Kraftwerke ab, d. i. von dem Anteil, den die einzelne Anlage an der gesamten Lastdeckung übernimmt: Grundbelastungs-(Basis-)Werke decken den Tag und Nacht gleich bleibenden Teil, brauchen daher keine Speicher und den geringsten Ausbau, Spitzenwerke stehen in der Nacht und in Betriebspausen still und geben ihre Energie nur während einzelner Tagesstunden konzentriert ab. Je kürzer ein solches Werk arbeitet, je höher es also im Belastungsdiagramm eingereiht wird, desto größer müssen Tagesspeicher und Werksmaschinen bemessen werden. Eine Mittelstellung zwischen Grund- und Spitzenwerken nehmen jene ein, welche auf den mittleren Teil der Tageslastfläche arbeiten; sie sollen kurz „Mittelwerke" genannt werden.

Zweck dieses Aufsatzes ist es, die zeitlichen Schwankungen des Energiebedarfs zu untersuchen und daraus eine rasche und einfache Bemessung der Speicher- und Maschinengrößen abzuleiten. Es wird nur der normale Licht- und Kraftbedarf der bodenständigen Verbraucher behandelt, während die Bahnen und die chemisch-metallurgische Großindustrie wegen ihrer besonderen Betriebsbedingungen unberücksichtigt bleiben.

Der Energiebedarf ist infolge der Arbeitseinteilung der Menschen und des an bestimmte Jahres- und Tageszeiten gebundenen Strombedarfes veränderlich; das Stärkeverhältnis der Abnehmer, die sich aus industrieller, städtischer und landwirtschaftlicher Bevölkerung zusammensetzen, bestimmt die Größe und den Umfang dieser zeitlichen Schwankungen. Im Winter wird der Bedarf infolge des Lichtverbrauches gesteigert und erreicht um die Jahreswende die größte Höhe; im einzelnen (tagweise) geht die Belastung in der Nacht und an Sonntagen stark zurück, während um 6 bis 8 Uhr abends die charakteristische

Taf. 1 **Belastungsverhältnisse eines Überlandnetzes.**

					Ober- und Mittelsteiermark						ganz Steiermark					
					a Licht	b Gewerbe	c Landw.	a + b + c Summe	Industrie	Summe	a Licht	b Gewerbe	c Landw.	a + b + c Summe	Industrie	Summe
(1)	Netz	Anschlußwert . .	.	10^3 kW	15,2	13,2	3,3	31,7	81,7	113,4	18,0	14,6	5,0	37,6	104,2	141,8
(2)	„	Jahresverbrauch .	.	10^3 kWh	64	5,6	0 9	12,9	185,4	198,3	7,7	6,3	1,3	15,8	238,6	253,9
(3)	„	„ mittel*) . .	(2) / 8760	10^3 kW	0,7	0,6	0,1	1,4	21,2	22,6	0,88	0,72	0,15	1,75	27,2	28,9
(4)	Kraftw.	„ erzeugung .	(2) / 0.83	10^3 kWh				15,5	223,4	238,9	9,3	7,6	1,6	18,5	287,5	306,0
(5)	„	„ mittel . . .	(4) / 8760	10^3 kW				1,7	25,5	27,2	1,06	0,87	0,18	2,11	32,8	34,9
(6)	-	Spitze (gleichzeitig)	.	10^3 kW				6,8	45,0	51,8				11.0	57,0	68,0
(7)	Netz	Benutzungsdauer .	(2) / (1)	St/Jahr	425	425	260	405	2270	1750	430	430	260	407	2280	1790
(8)	„	„ ziffer .	(8) / (1)	%	(4,6)	(4,6)	(3,0)	(4,5)	(26)	(20)	(4,9)	(4,9)	(3,0)	(4,65)	(26)	(20,4)
(9)	Kraftw.	Belastungsdauer .	(4) / (6)	St/Jahr				2300	5000	4600				1660	5050	4500
(10)	„	„ ziffer . .	(5) / (6)	%				(26)	(57)	(52)				(19.3)	(57,5)	(51,3)
(11)	„	Gleichzeitigkeitsziffer	(6) / (1)	%				(21)	(55)	(46)				(29)	(55)	(48)
(12)	Netz	Stärkeverhältnis	zu (1)	%				(28)	(72)	(100)	(12,5)	10,5	(3,5)	(26,5)	(78,5)	(100)
(13)	Spitze	der	zu (6	%				(13	(87	(100)				(16.0)	(84)	(100)
(14)	Verbrauch	Verbraucher	zu (2 – 6)	%				(6,5	93,5)	(100)	(3,0	(2,5)	(0,5)	(6.0)	(94)	(100)

*) Wirkungsgrade $\frac{(4)}{(2)}$ bezw. $\frac{(5)}{(3)}$ { für 2 × Transformation à 0,97

zus. 0,97 × 0,97 × 0,88 ∼ 0,83 { für Leitungen (Höchst-, Mittel-, Unterspannung) 0,88.

Digitized by Google

Lichtspitze die größte Anforderung an die Installation stellt. Mit der Größe des Netzes, also mit dem zunehmenden Anschluß verschiedenartiger, vor allem industrieller Verbraucher ist bis zu einem gewissen Grade eine Vergleichmäßigung der für den Kraftbetrieb äußerst unangenehmen Schwankungen (Spitzen) möglich. Von Einfluß sind weiters gesetzliche Bestimmungen über die Länge und Einteilung der Arbeitszeit, wie z. B. Achtstundentag, Arbeitsantritt, -ende, Pausen, Sommerzeit. Schließlich ermöglicht die Tarifpolitik der Elektrizitätswerke durch Erhöhung der Strompreise während der Lichtspitze (Sperrzeiten) und zur Niederwasserzeit eine Angleichung der Belastung an die Erzeugung.

2. Aufstellung der Lastlinien.

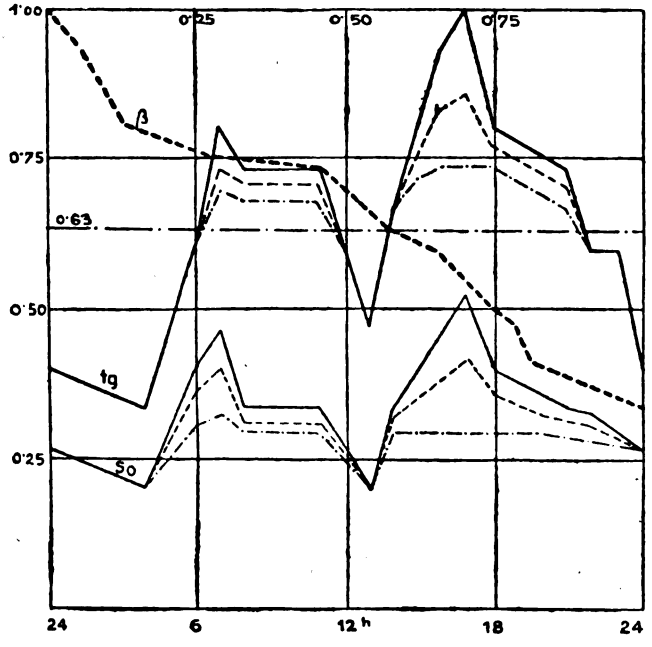
Um für die Praxis brauchbare Ergebnisse zu erzielen, wurden der Untersuchung bestimmte Belastungsverhältnisse zugrunde gelegt: Als Beispiel wurde das „Steirische Großkraftwerksunternehmen"[1]) gewählt; der Vorgang bei Aufstellung der Lastlinien war folgender:

Zuerst wurden für die in Tafel 1 aufgezählten Verbrauchergruppen die ungedeckten Anschlußwerte erhoben; diese ergaben unter Annahme einer mittleren Benützungsdauer, welche der Praxis entnommen wurde, die Jahresarbeit in

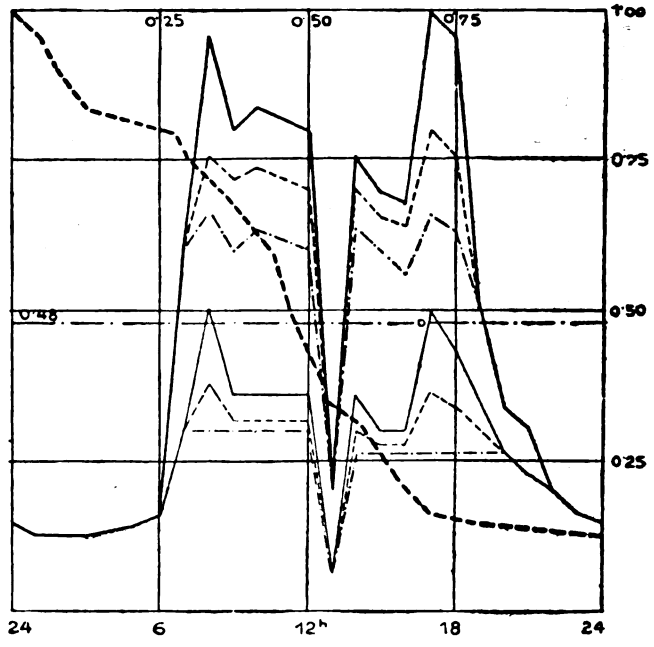
[1]) Hofbauer, Das steirische Großkraftwerksunternehmen Graz 1921; „Die Wasserkraft" 1921 S. 12 ff. u. S. 152.

Fig. 1 Charakteristische Tageslastlinien

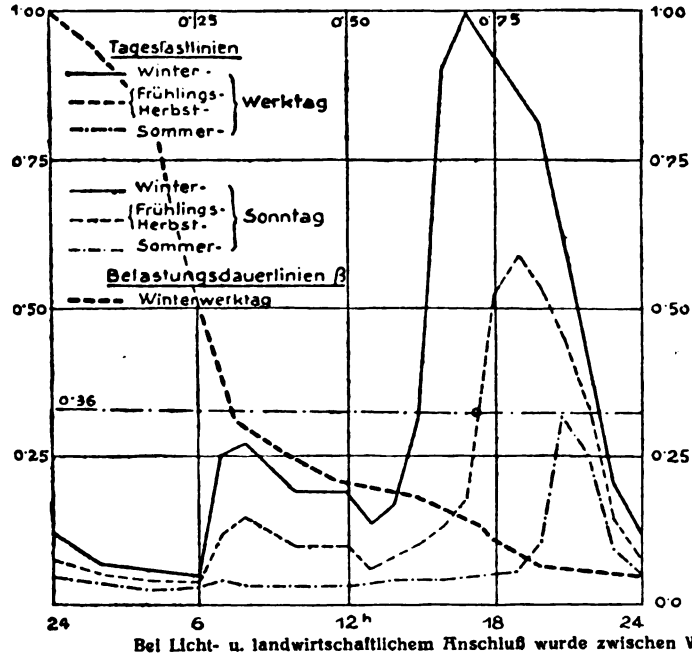
Großindustriebezirk



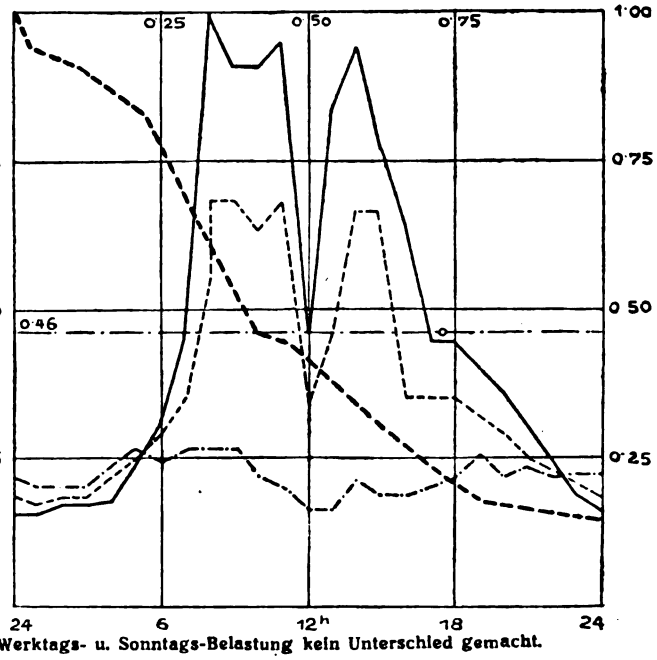
Kleinstadt mit vorwiegend Kleingewerbeanschluß



Kleinstadt mit vorwiegend Lichtanschluß



Landwirtschaftl. Überlandzentrale.



Bei Licht- u. landwirtschaftlichem Anschluß wurde zwischen Werktags- u. Sonntags-Belastung kein Unterschied gemacht.

Digitized by Google

kWh bezw. die Jahresmittelleistung in kW. Sodann wurden für jede Gruppe charakteristische Tageslastlinien (Fig. 1) aufgestellt, wodurch die zeitliche Verteilung der Energie festgelegt werden konnte. Tafel 1 zeigt die sich im einzelnen ergebenden Belastungsverhältnisse; auffallend und für die endgültigen Verhältnisse entscheidend ist der große Anteil der Industrie. Die Annahmen beruhen auf Vorkriegsverhältnissen; infolge der derzeit verkürzten Arbeitszeit vermindert sich die Abendspitze und nähern sich die Lastlinien in den Wintermonaten denen im Frühjahr und Herbst. Aus diesen Gründen ähnelt die heutige Belastung von Großindustriebezirken mehr der von Kleinstädten mit Gewerbeanschluß (Fig. 1).

Schließlich wurden die einzelnen Lastlinien unter Berücksichtigung ihrer Gewichte zusammengesetzt, wodurch sich die in den Fig. 2 und 3 dargestellten, für das gemeinsame Überlandnetz geltenden Lastlinien ergaben.

Der Jahresverlauf der Belastung geht aus der Fig. 4 hervor. Die 5 Monate November—März sind im folgenden als „Winter" zusammengefaßt; sie werden gekennzeichnet durch den erhöhten Lichtbedarf. Die restlichen 7 Monate (April—Oktober) bezeichnen wir als „Sommer". Diese Jahresunterteilung entspricht im großen ganzen den im Alpengebiete vorherrschenden Abflußverhältnissen; die Wasserführung geht im „Winter" zurück, sodaß die Vorsorgen bezüglich eines Jahresausgleiches zwischen Energiedarbietung und -verlangen auf diese 5 Monate beschränkt werden können. Tafel 2 gibt für diese Unterteilung die wichtigsten Zeitangaben.

Tafel 2. Zeitumrechnung.

Untersuchungszeit		Monate	Wochen	Tage Werk-	Sonn-Feier-	zus.	Std. „t"	Sec
Tag		.	.	.	.	7	24	86.400
Woche		.	1	6	1	7	168	604.800
Monat		1	4	25	5	30	730	2,630.000
Winter	Nov.—März	5	21	128	24	152	3650	1,3'0.000
Sommer	April—Okt.	7	30	179	34	213	5110	18,400.000
Jahr		12	51	307	58	365	8760	31,500.000

3. Last-, Dauer- und Arbeitssummenlinien[2]).

Aus den Lastlinien lassen sich Belastungsdauer- *(β)* und Arbeitssummenlinien (f_z, f_a) ableiten.

Gewählte Bezeichnungen (s. auch Zeichenerklärung zu Fig. 2—5).

N_{max} Höchstbelastung (Spitze) des Netzes
W_{max} Höchstbelastung (Spitze) des einzelnen Werkes
N_m Mittelbelastung des Netzes
W_m Mittelbelastung des einzelnen Werkes
Ordinaten $\left(y = \frac{W_{max}}{N_{max}}\right)$ Anteil der Werkspitze an der Netzspitze
y_g für Grundwerke, Maßstab links, (Zählung von unten nach oben)
y_s für Spitzenwerke, Maßstab rechts, (Zählung von oben nach unten)
Abszissen (x) im allgemeinen „Belastungsdauer" (Ausnahme f_z und f_a Linie s. u.)
Die jeweilige Untersuchungszeit (Tag, Woche, Jahr) ist in den Figuren gleich 1 gesetzt
Die jeweilige Untersuchungszeit in Stunden ist mit t bezeichnet.

Tageslastlinien Fig. 2 und 3.
Die Werktagsspitzen sind gleich 1 gesetzt ($N_{max} = 1$) Sonntage sind auf die zugehörigen Werktage bezogen.

[2]) S. a. Ludin I, S. 105.

Das gegenseitige Verhältnis der Tagesspitzen in den einzelnen Jahreszeiten geht aus Fig. 4 hervor (punktierte Linie).

Dauerlinien *β*.

Sie zeigen an, durch welche Zeit (Abszisse) die einzelnen Leistungen (Ordinaten) beansprucht werden. Als Maßstab für die Zeit können entweder die tatsächlichen Belastungsstunden oder aber der Anteil an der gesamten Untersuchungszeit dienen (x Zählung von links nach rechts).

Summenlinie der Belastungsflächen[3]) f_z (Verbrauchsenergie) (hiezu Taf. 3).

Die Abszisse x_z zeigt für den Anteil der Werkspitze an der Netzspitze $\left(y = \frac{W_{max}}{N_{max}}\right)$ den jeweiligen Anteil der tatsächlichen Werksarbeit an der theoretisch vollen Arbeitsfähigkeit des Netzes. $(N_{max} \cdot t)$; oder bildlich gesprochen, die Summe der ober der y Ordinate gelegenen Belastungsflächen gegenüber dem vollen Quadrat der Fig. (1 x 1).

Daher ist die Werksarbeit in kWh gleich $x_z \cdot N_{max} \cdot t$[4]) Berechnet man nicht die Arbeit in kWh, sondern an deren Stelle die „Mittelleistung" $\left(\frac{kWh}{t}\right)$, so drückt x_z auch das Verhältnis von Werksmittelleistung zur Netzspitze aus

$$x_z = \frac{W_m}{N_{max}}.$$

In den Figuren ist die Flächensummierung[5]) von oben nach unten, also für Spitzenwerke vorgenommen (Maßstab y_s rechts); die Zählung der Abszissen (x^z) erfolgt von rechts nach links. Bei Grundwerken hingegen muß die x_z Zählung von links nach rechts erfolgen, wobei die Ordinatenachse ($x_z = 0$) durch den Fußpunkt von f_z geht.

Summenlinie[6]) der Restflächen f_a (Abfallenergie.)

Die Abszissen (x_a) geben den Anteil der Abfallenergie an der vollen Leistungsfähigkeit des Netzes ($N_{max} \cdot t$), oder die Summe der Restflächen gegenüber dem vollen Quadrate, oder, wenn man mit Mittelleistungen rechnet, das Verhältnis $\frac{\text{Werkspitze} - \text{Werkmittelleistung}}{\text{Netzspitze}} \left(= \frac{W_{max} - W_m}{N_{max}}\right)$.

In den Figuren ist die Summierung von unten nach oben vorgenommen, sie gilt also für Grundwerke (y_g); hiezu gehört die Zählung „x_a" von rechts nach links.

Allgemeines zu f_z und f_a.

a) Der unterste Punkt der f_z Linie ($y_s = 1$; $W = N$; $x_{z\,max} = \frac{N_m}{N_{max}}$) entspricht dem Verhältnis $\frac{\text{Netzmittelbelastung}}{\text{Netzspitze}}$; es wird auch als Belastungsziffer des Netzes bezeichnet.

b) Der unterste Teil der f_z Linie ist innerhalb der konstanten Grundbelastung eine Gerade (Neigung 45°), deren Verlängerung ist die Tangente[6]) an die f_z Linie; sie schneidet die Ordinatenachse ($x_z = 0$) in der Höhe der Netzmittelbelastung

$$\left(y_g = \frac{N_m}{N_{max}} = x_{z\,max}\right).$$

c) Der höchste Punkt der f_a Linie ($x_{a\,max}$) ist die Ergänzung des unter a) besprochenen $x_{z\,max}$ auf 1.

$$\left(y_g = 1;\ W = N;\ x_{a\,max} = \frac{N_{max} - N_m}{N_{max}} = 1 - \frac{N_m}{N_{max}} = 1 - x_{z\,max}\right)$$

[3]) Ableitung aus den Dauerlinien durch Summierung der Flächenstreifen entweder rechnerisch oder zeichnerisch in der Art der Seillinien (s. a. nachfolgend Allgemeines zu f_z und f_a: Pkt. $b - f$)

[4]) s. Taf. 3, Spalte 11.

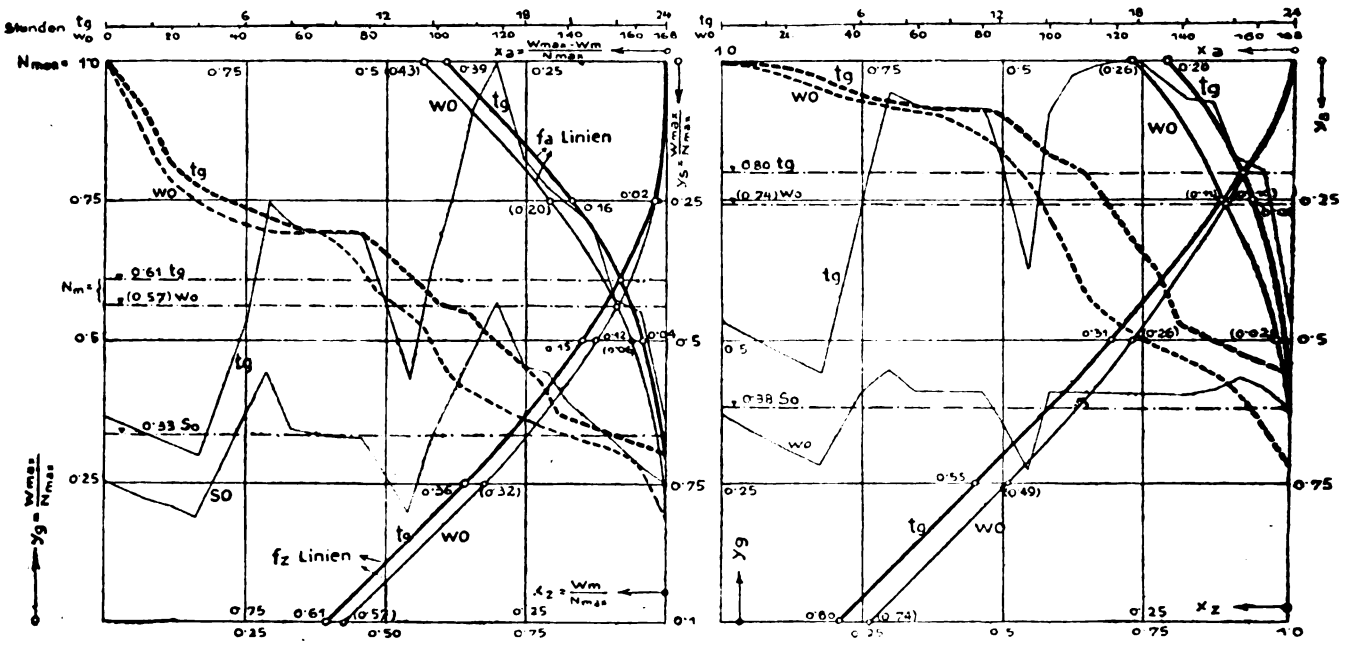
[5]) die f_a Linie kann unmittelbar aus der f_z Linie abgeleitet werden (s. Anm. 3).

[6]) In den Fig. 2, 3, 5 sind diese Tangenten der Deutlichkeit halber fortgelassen.

Digitized by Google

Tages- und Wochenbelastung.

Fig. 2 Winter (Dez.-Jänner) Fig. 3 Sommer



d) Die Tangente an die *fa* Linie (Neigung 45°) schneidet ebenfalls die Ordinatenachse in der Höhe der Netzmittelbelastung (s. Pkt. b).

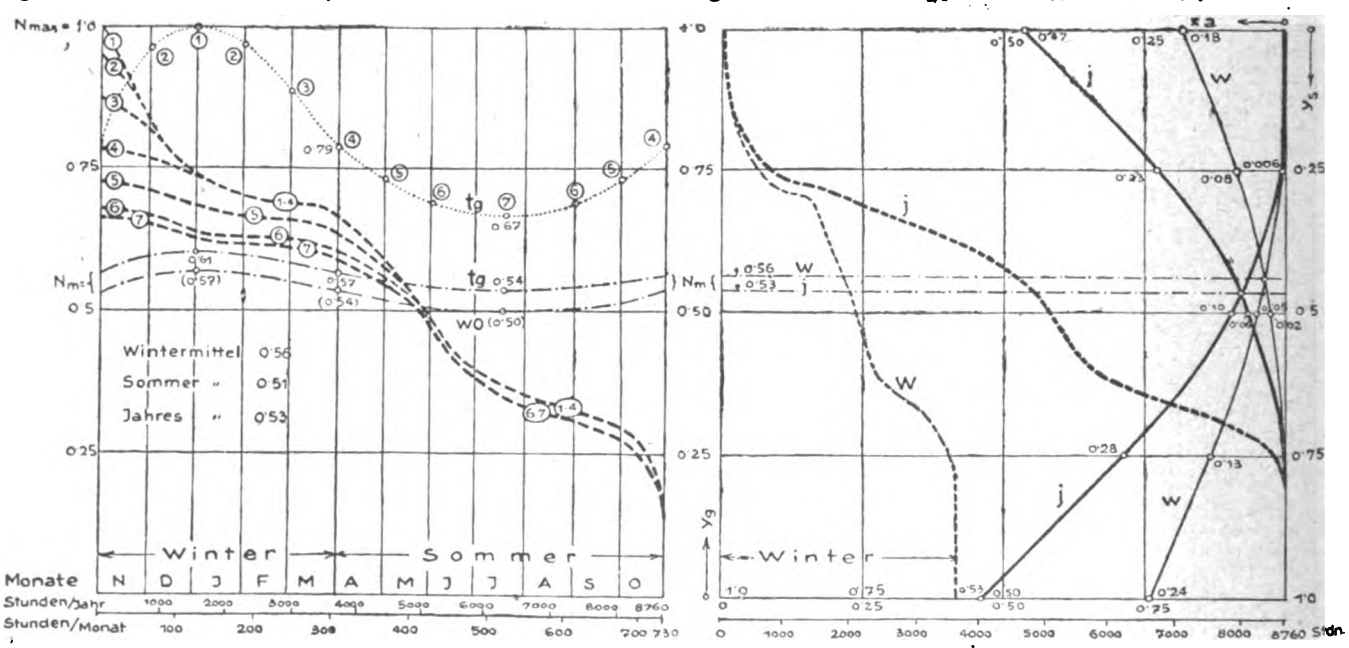
e) Die in Pkt. b) und d) besprochenen Tangenten unterteilen die Abszissen x_z im Verhältnis $\frac{x_a}{x_z - x_a}$, und die Abszissen x_a im Verhältnis $\frac{x_a}{x_a - x_z}$.

f) Der Schnittpunkt der f_z und f_a Linie ($x_z = x_a$) hat die Ordinate $y_g = \frac{N_m}{N_{max}}$ (s. Pkt. b) u. d) entsprechend der Netzmittelbelastung; an dieser Stelle ist die Summe der Fehlflächen, von unten gerechnet, gleich den von der Spitze aus summierten Belastungsflächen. Diese Eigenschaft wird im Abschn. 3) zur Bemessung der Tagesspeicher benützt.

g) Einzelne Teilstücke von f_z und f_a (Ordinaten $y_2 - y_1$,

Jahresbelastung

Fig. 4 Monatlicher Verlauf Fig. 5. Verteilung auf Winter u. Sommer.



Zeichenerklärung:
- ——— Verlauf der Tagesbelastung
- ..... " " Spitzenbelastung
- —·—·— Mittelbelastung
- – – – – Dauerlinien B
- ——— Arbeitssummenlinien f_z. f_a.

tg = Werktag, So = Sonntag; Wo = Woche (Zahlen in Klammer)
w = Winter, S = Sommer, j = Jahr,
Ordinaten y_g für Grundwerke, y_s für Spitzenwerke.
Abszissen x_z für die f_z, x_a für die f_a Linien.

Digitized by Google

Abszissen $x_2 - x_1$), gültig für Mittelwerke, behalten ihre Geltung.

Tafel 3 gibt charakteristische f_z Werte für Grund-, Spitzen- und Mittelwerke[7]). Die Winterzeit wird sowohl für sich allein betrachtet (Reihe III), was vor allem für ausschließliche Winterwerke[8]) von Interesse ist, als auch auf das ganze Jahr (Reihe IV) bezogen; ähnlich die Sommerzeit (Reihen IIIa und IVa). Die Werte x_z der Reihen III und IV stehen im Verhältnis 12 : 5, die der Reihen IIIa und IVa im Verhältnis 12 : 7.

4. Ausbaugröße, Belastungsziffer und Belastungsdauer (hiezu Fig. 6 und Taf. 4).

Zur Feststellung der Ausnützung der Installation einzelner Kraftwerke bezw. ganzer Ueberlandnetze sind in der Elektrotechnik die Begriffe „Belastungsziffer" (b) und „Belastungsdauer" (T) gebräuchlich[9]); sie nehmen die Leistungsfähigkeit der Triebmaschinen als gegeben an und vergleichen damit die nutzbar abgegebene Arbeit (kWh) bezw. die zugehörige Mittelleistung (kW). Der Erbauer von Kraftanlagen hat den umgekehrten Weg einzuschlagen; für ihn ist die Werkmittelleistung entsprechend dem jeweils zur Verfügung stehenden Wasserzufluß gegeben und seine Aufgabe besteht in der Festsetzung der Verwendungsart des Kraftwerkes und damit der Größe der Werksinstallation. Es wird daher der reziproke Wert der „Belastungsziffer", also das Verhältnis der Werksspitze zur Werksmittelleistung $\frac{W_{max}}{W_m}$ eingeführt und als „Ausbaugröße (a)" bezeichnet; diese drückt für den Sprachgebrauch und die Vorstellung geläufig aus, ein wie Vielfaches der eigentliche Ausbau gegenüber der Konstantleistung ist. Die Ausbaugröße ist nach der Dauer der Untersuchungszeit verschieden; wir unterscheiden eine Tages-, Wochen-, Winter- und Jahresausbaugröße. Die Ausbaugröße (a) kann ohneweiters aus der f_z Linie abgeleitet werden:

$$a = \frac{y}{x_z} = \frac{W_{max}}{N_{max}} \cdot \frac{N_{max}}{W_m} = \frac{W_{max}}{W_m}.$$

In Figur 6 sind die entsprechenden Linien aufgetragen. Die Abszissen geben die „a, b, T" Werte, die Bedeutung der Ordinaten ist gleich wie in den Fig. 2, 3 und 5. Trägt man als Abszissenmaßstab die „Ausbaugröße" $\left(\frac{W_{max}}{W_m}\right)$ in Zentimeterteilung an, so ergeben sich für die Benützung sehr zweckmäßige Linien. Infolge Raumknappheit wurde jedoch von ihrer Wiedergabe abgesehen und die Auftragung für die „Belastungsziffer" $\left(\frac{W_m}{W_{max}}\right)$ als Ausgangsmaß vorgenommen, wodurch sich die Linien für die verschiedenen

[7]) Unteres und oberes Viertel und mittlere Hälfte von N_{max}.

[8]) Winterwerke stehen im Sommer still, füllen die Speicher und geben nur im Winter Energie ab.

[9]) S. a. Taf. 1.

Charakteristische Werte der „f_z" und „a" Kurven.

Tafel 3 (hiezu Abb. 2, 3, 5)

Werte x_z der Belastungsinhaltslinien »f_z«

$$x_z = \frac{W_m}{N_{max}}\ ;\ \text{Werksarbeit (kWSt)}\ A_w = N_{max} \cdot x_z \cdot t$$

Reihen	Werksart	$y = \frac{W_{max}}{N_{max}}$	Grundbelastungs- yg 0,25	yg 0,50	yg 0,75	yg 1,00	Spitzenwerk ys 0,75	ys 0,50	ys 0,25	Mittelwerke yg (2) 0,50 yg (1) 0,25 yg (2—1) 0,25	yg (2) 0,75 ys (1) 0,50 ys (2—1) 0,25	yg (2) 0,75 yg (1) 0,25 ys (2—1) 0,50	Anmerkung: Untersuchungszeit t Stunden	Nmax bezogen auf
	Zeilen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Winterwerktag (Dez.-Jän.)		0,250	0,461	0,586	0,607	0,357	0,146	0,021	0,211	0,125	0,336	24 Fig. 2)	Winterwerktag
Ia	Winterwoche (Dez.-Jän.)		0,249	0,442	0,550	0,567	0,318	0,125	0,017	0,198	0,108	0,301	168 Fig. 2)	
II	Sommerwerktag		0,250	0,497	0,689	0,803	0,553	0,306	0,114	0,247	0,192	0,439	24 (Fig. 8)	Sommerwerktag
IIa	Sommerwoche		0,250	0,481	0,646	0,743	0,493	0,262	0,097	0,225	0,166	0,391	168 (Fig. 8)	
III	Winter, 5 Monate (Nov.-März)		0,249	0,448	0,549	0,563	0,314	0,120	0,014	0,194	0,106	0,300	3650	Jahresspitze (im Dezember-Jänner)
IIIa	Sommer, 7 Mon (April-Okt.)		0,249	0,432	0,519	0,510	0,261	0,078	0	0,188	0,078	0,261	5110	
IV	Winter (Winterwerke)	bezogen aufs Jahr	0,107	0,185	0,229	0,235	0,131	0,050	0,006	0,078	0,044	0,122	8760 (Fig. 5)	
IVa	Sommer	bezogen aufs Jahr	0,145	0,252	0,297	0,297	0,152	0,045	0	0,107	0,045	0,152	8760 (Fig. 6a	
V	Jahr		0,249	0,486	0,576	0,582	0,288	0,096	0,006	0,187	0,090	0,277	8760 (Fig. 5)	

Tafel 4 (hiezu Abb. 6)

Ausbaugrößen $a = \frac{y}{x_z} = \frac{W_{max}}{W_m}$

dazu vergleichsweise **Belastungsdauer** $T = \frac{t}{a}$

Belastungsziffer $b = \frac{1}{a}$

	Grundbelastungs- yg 0,25	yg 0,50	yg 0,75	yg 1,00	Spitzenwerk ys 0,75	ys 0,50	ys 0,25	Mittelwerke yg (2) 0,50 yg (1) 0,25 yg (2—1) 0,25	yg (2) 0,75 ys (1) 0,50 ys (2—1) 0,25	yg (2) 0,75 yg (1) 0,25 ys (2—1) 0,50
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
$a =$	1,00	1,08	1,28	1,65	2,10	3,42	11,90	1,19	2,02	1,49
$T =$	(24)	(22)	(19)	(15)	(11)	(7)	(2)	(20)	(12)	(16)
$b =$	[1]	[0,93]	[0,78]	[0,61]	[0,48]	[0,29]	[0,084]	[0,84]	[0,5]	[0,67]
$a =$	1,00	1,13	1,36	1,76	2,36	4,00	14,7	1,30	2,35	1,66
$b =$	[1]	[0,88]	[0,73]	[0,57]	[0,42]	[0,25]	(0,068)	[0,77]	[0,43]	[0,6]
$a =$	1,00	1,00	1,09	1,25	1,36	1,63	2,20	1,01	1,32	1,14
$T =$	(24)	(24)	(22)	(19)	(18)	(15)	(11)	(24)	(18)	(21)
$b =$	[1]	[1]	[0,92]	[0,8]	[0,74]	[0,61]	[0,45]	[1]	[0,75]	[0,88]
$a =$	1,00	1,04	1,16	1,34	1,52	1,91	2,58	1,11	1,52	1,28
$b =$	[1]	[0,96]	[0,86]	[0,74]	[0,66]	[0,52]	[0,39]	[0,9]	[0,66]	[0,78]
$a =$	1,00	1,13	1,37	1,77	2,39	4,17	18,50	1,30	2,38	1,67
$T =$	(3650)	(3230)	(2660)	(2060)	(1530)	(870)	(200)	(2800)	(1640)	(2200)
$b =$	[1]	[0,89]	[0,73]	[0,57]	[0,42]	[0,24]	[0,054]	[0,77]	[0,42]	[0,6]
$a =$	1,00	1,16	1,47	1,97	2,88	6,40	(600)	1,38	3,24	1,92
$T =$	(5110)	(4400)	(3500)	(2600)	(1780)	(800)	.	(3700)	(1600)	(2700)
$b =$	[1]	[0,86]	[0,68]	[0,51]	[0,35]	[0,16]	.	[0,72]	[0,31]	[0,52]
$a =$	2,40	2,72	3,28	4,25	5,75	10,00	48	3,25	5,70	4,1
$T =$	(3650)	(3230)	(2660)	(2060)	(1530)	(870)	(200)	(2800)	(1540)	(2200)
$b =$	[0,42]	[0,37]	[0,31]	[0,24]	[0,17]	[0,1]	[0,02]	[0,31]	[0,17]	[0,24]
$a =$	1,73	1,99	2,52	3,37	4,95	11,10	(1250)	2,35	5,60	3,29
$T =$	(5110)	(4400)	(3500)	(2600)	(1780)	(800)	.	(5700)	(1600)	(2700)
$b =$	[0,58]	[0,5]	[0,4]	[0,3]	[0,2]	[0,09]	.	[0,43]	[0,18]	[0,3]
$a =$	1,00	1,15	1,43	1,88	2,66	5,20	42	1,34	2,80	1,80
$T =$	(8760)	(7600)	(6100)	(4700)	(3300)	(1700)	(210)	(6500)	(3100)	(4900)
$b =$*)	[1,0]	[0,87]	[0,70]	[0,53]	[0,37]	[0,19]	[0,02]	[0,75]	[0,36]	[0,55]

*) Werksnutzbarkeit nach Camerer.

Digitized by Google

Untersuchungszeiten in einer kleinen Figur vereinigen ließen. Zum Vergleich ist auch der Maßstab für die Belastungsdauer (T) beigegeben.
$\left(T = \frac{\text{erzeugte kWh}}{\text{install. kW}} = \frac{t \cdot W_m}{W_{max}} = \frac{t}{a}\ \text{Stunden}\right)$[10]. Die Linien bestehen aus einem Ast für Grund- und einem für Spitzenwerke; ihre Fußpunkte haben gleich große Abszissen ($y_g = y_s = 1$; $W = N$; $a_g = a_s$). Tafel 4 gibt charakteristische „a" Werte; zum Vergleich sind auch die entsprechenden „b" und „T" Größen angegeben.

5. Größe von Tages- bezw. Wochenspeichern (hiezu Fig. 7, Taf. 5).

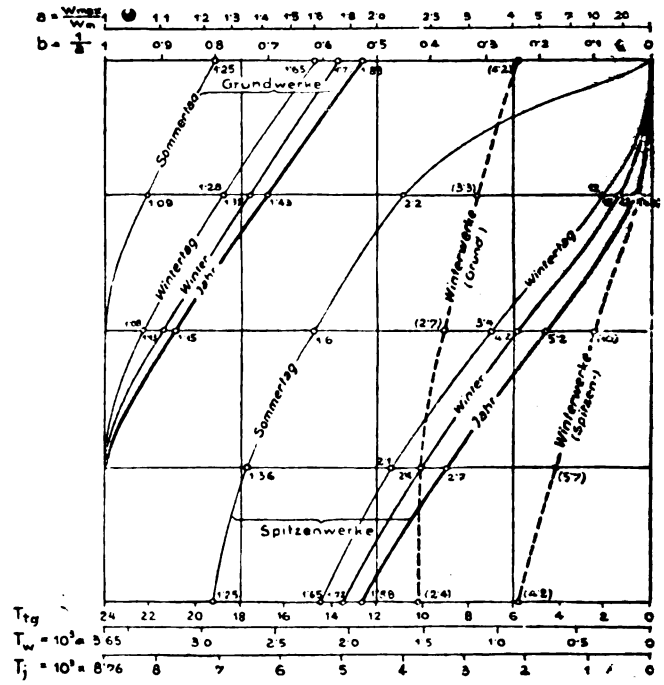
Es soll die erforderliche Beckengröße bei Tages- bezw. Wochenspeicherung nach Maßgabe des von einem Kraftwerk übernommenen Belastungsanteiles bestimmt werden. Unter Tagesausgleich versteht man eine vollkommene Anpassung der Energieerzeugung an die während eines Werktages auftretenden Belastungsschwankungen; beim Wochenausgleich handelt es sich außerdem noch um das Rückhalten des an Sonntagen verminderten Wasserverbrauches, welcher Vorrat als Zuschuß an den Werktagen zur Verwertung gelangt. Die Größe des Speicherraumes ist verschieden, ob das Werk für sich allein auf ein bestimmtes Verbrauchsnetz arbeitet oder ob ihm im Verbande mit anderen Werken nur die Deckung eines Teiles des Belastungsdiagrammes zufällt. Falls die Anlage eines entsprechend großen Beckens ohne Schwierigkeit und verhältnismäßig billig möglich ist, so wird das Werk in erster Linie die Spitzenbelastung übernehmen, sonst aber die Mittelbelastung. Werke, die auf die Grundbelastung, das ist den gleichbleibenden Teil des Verbrauches arbeiten, benötigen überhaupt kein Becken.

Die Bestimmung der Beckengröße ist bei Berücksichtigung aller hiebei möglichen Kombinationen eine zwar nicht schwierige, aber doch zeitraubende Arbeit, weshalb man sich bei Voruntersuchungen meist mit Schätzungen begnügt. Für genauere Berechnungen müßte man unter Zugrundelegung der Tageslastlinien am zweckmäßigsten das bekannte graphische Summenverfahren für alle in Betracht kommenden Belastungsfälle anwenden.

[10]) S. A. 5; von der Belastungsdauer ist die tatsächliche „Betriebszeit" zu unterscheiden, diese ist, außer bei Laufkraftwellen, größer als jene. Vorstehend sind die Begriffe „Belastungsdauer" und -ziffer" stets auf die „Belastung" des Werkes bezw. Netzes bezogen. Nimmt man jedoch die „Anschlußwerte" als Ausgangspunkt, so ergeben sich kleinere Werte; sie wurden in Tafel 1 zur Hintanhaltung einer Verwechslung als „Benutzungsdauer, -ziffer" genannt.

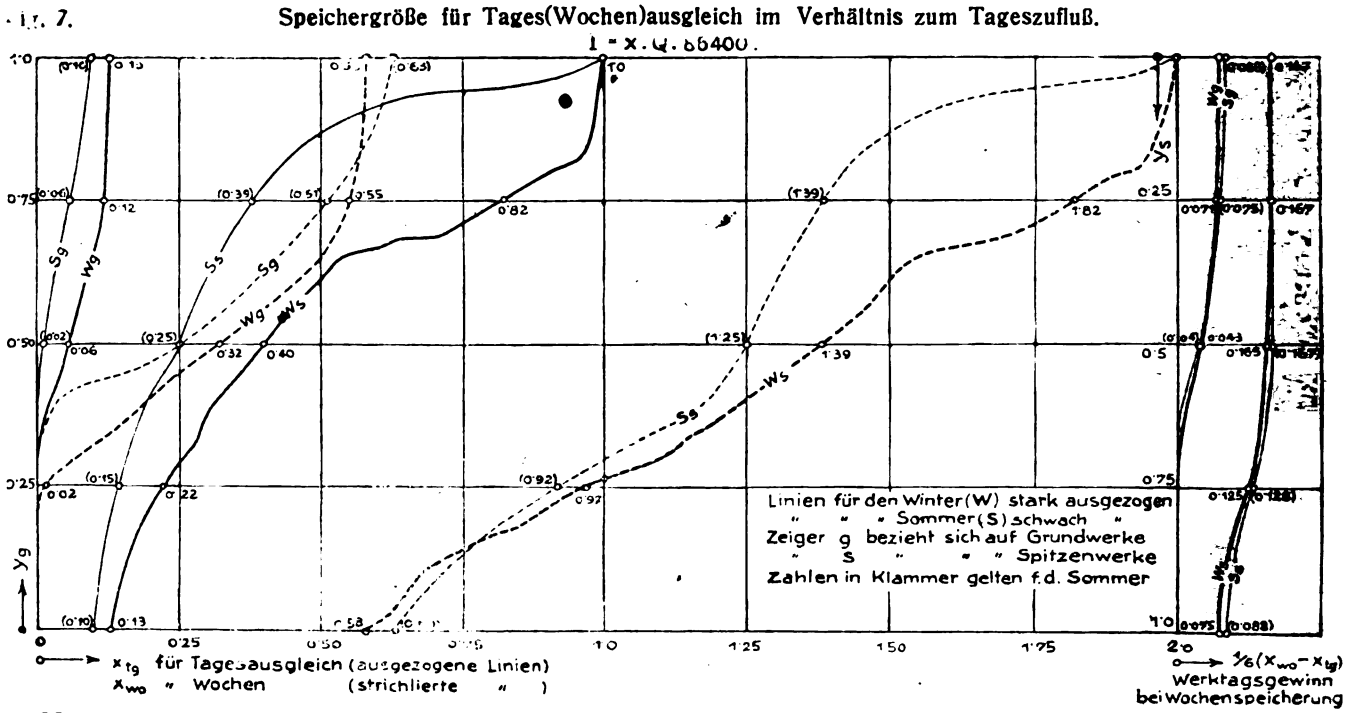
Fig. 6

Ausbaugröße (a), Belastungsziffer (b) u. Belastungsdauer (T).



Die den Linien beigegebenen Ziffern bedeuten „a" Werte.
– – – – – Linie und eingeklammerte Zahlen beziehen sich auf Speicherwerke, welche nur während des Winters arbeiten (= Winterwerke) dazu *Tj* Maßstab.
Die Winterwochenlinie ist nicht eingetragen, sie fällt fast mit der Winterlinie zusammen (s. Taf. 4).

Taf. 7. **Speichergröße für Tages(Wochen)ausgleich im Verhältnis zum Tageszufluß.**



Digitized by Google

Im Nachstehenden sollen nun Linien entwickelt werden, welche unmittelbar die erforderliche Größe für Tages- und Wochenspeicherung bei beliebigem Anteil der Kraftwerksleistung an der Belastung des Gesamtnetzes erkennen lassen. Das Becken hat die Aufgabe, das sich bei verminderter Belastung ergebende Abfallwasser aufzunehmen und zu Zeiten erhöhten Bedarfes zur Verfügung zu stellen, sodaß eine vollkommene Ausnützung entsteht. Von diesem Gedanken ausgehend wurden die f_z und f_a Werte der Fig. 2 und 3 benützt, wodurch sich eine rasche und ausreichend genaue Konstruktion ergibt. Die jeweils erforderliche Beckengröße wird als Anteil an dem zugehörigen Tageszufluß angegeben, welche Beziehung für die Auswertung zweckmäßig ist. Behandelt ist ein Winter- und ein Sommertag, die Abweichung der sich hiebei ergebenden Linien läßt deren Abhängigkeit von der Form der Lastlinie erkennen.

Bezeichnungen:

Abszisse x gibt die Größe des Beckens (l) im Verhältnis zum Tageszufluß (Q 86400, wobei Q den sekundlichen Zufluß bedeutet). $l = x \cdot 86400 \cdot Q$. Die Größe des Tageszuflusses ist gleich 1 gesetzt. Der Gewinn bei Wochenspeicherung ($^1/_6 x_{wo} - x_{tg}$) ist von $x = 2$ aus nach rechts gesondert aufgetragen.

Vorgang bei der Aufstellung der Linien (S. a. Allgemeines zu f_z und f_a, Pkt. f.).

Bei der Berechnung für Spitzenwerke wird die f_z Linie festgehalten und die f_a Linie so weit horizontal verschoben, bis der Punkt der f_a Linie mit der Ordinate y_s die Abszisse 0 hat; für Grundwerke wird umgekehrt f_a festgehalten und f_z verschoben. Für Mittelwerke müssen beide Kurven verschoben werden. Die jeweilige Abszisse des

Erforderliche Größe eines Tages- bezw. Wochenspeichers in Kubikmeter nach Maßgabe des Werksanteiles an einem Belastungsdiagramm. Zu Grunde gelegt ist ein Wintertag. (Fig. 7).

Tafel 5.

		Zufluß Q in m^3/s				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Anmerkung
		Tageszufluß ($Q \cdot 86400$) m^3				86,400	172,800	259,000	345,500	434,000	518,000	604,000	691,000	777,000	864,000	
		y_g	y_s	y_m	x											
Tagesspeicherung	Grundwerk	0.25			0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		0,50			0,06	5 000	10,000	16,000	21,000	26,000	31,000	36,000	42,000	47,000	52,000	
		0,75			0,12	10,000	21 000	31,000	42,000	52,000	62,000	73,000	83,000	94,000	104,000	
		1,00			**0,18**	**11,000**	**22,000**	**34,000**	**45,000**	**56,000**	**67,000**	**78,000**	**90,000**	**101,000**	**112,000**	
	Spitzen-		0,75		0,22	19,000	38,000	57,000	76,000	95,000	114,000	133,000	152,000	171,000	190,000	
			0,50		0,40	35,000	69,000	104,000	138,000	174,000	207,000	242,000	276,000	310,000	345,000	
			0,25		0,82	71,000	142,000	212,000	283,000	356,000	425,000	495,000	566,000	636,000	708,000	
	Mittel-	0,25 0,50	0,75 0,50	0,25	0,07	6,000	12,000	18,000	24,000	30,000	36,000	42,000	49,000	54,000	61,000	
		0,50 0,75	0,50 0,25	0.25	0,38	33,000	66,000	98,000	132,000	165,000	197,000	230,000	263,000	295,000	330,000	
		0,25 0,75	0,75 0,25	0,50	0,21	18,000	36,000	54,000	72,000	91,000	109,000	127,000	146,000	168,000	182,000	Werktagsgewinn bei Wochenspeicherung:
Wochenspeicherung	Grund-	0,25			0,02	2,000	3,000	5,000	7.000	8,000	10 000	12,000	14,000	15,000	17,000	0,003
		0,50			0.32	28,000	55,000	83,000	111,000	139,000	166,000	194,000	222,000	249,000	277,000	0,043
		0,75			0,55	47,000	95,000	143,000	190,000	238,000	285,000	332,000	380,000	427,000	475,000	0 071
		1.00			**0,58**	**50,000**	**100,000**	**151,000**	**200,000**	**250 000**	**301,000**	**351,000**	**401,000**	**451,000**	**501,000**	**0,075**
	Spitzen-		0,75		0,97	84,000	168,000	252,000	336,000	420,000	508,000	587,000	671,000	755,000	838,000	0,124
			0.50		1,39	120,000	240,000	360,000	480,000	603,000	820,000	840,000	960,000	1,080,000	1,202,000	0,164
			0,25		1,82	157,000	315,000	472,000	629,000	787,000	943,000	1,100 000	1,260,000	1,415,000	1,573,000	0,167
	Mittel-	0,25 0,50	0,75 0,50	0,25	0.65	56,000	113,000	168,000	225,000	283,000	337,000	384,000	450,000	505,000	563,000	0,097
		0,50 0,75	0,50 0,25	0,25	1,36	108,000	236,000	354,000	470 000	590,000	706,000	825,000	945,000	1,30,000	1,180,000	0,163
		0,25 0,75	0,75 0,25	0,50	0,94	81,000	163,000	243,000	325,000	408.000	487,000	570,000	650,000	730,000	815,000	0,122

Digitized by Google

Schnittpunktes ($x_z = x_a$) ergibt die Größe des zum Ausgleich erforderlichen Beckens (Spitzenweihers) im Verhältnis zu N_{max}.

Diese Werte sind um ein weniges zu groß, da eine Wiederauffüllung innerhalb des Tages, z. B. während der Mittagspause nicht berücksichtigt ist; streng zutreffende Größen erhält man unter Anwendung des oben erwähnten Summenverfahrens.

Sodann erfolgt zweckmäßig die Umrechnung der erhaltenen Werte auf die für das Werk jeweils zur Verfügung stehende mittlere Tageswassermenge, wobei eine Vervielfachung mit der Größe $\frac{1}{x_z} = \frac{N_{max}}{W_m}$ notwendig ist. (W_m = mittlere Werkbelastung entsprechend dem mittleren Tageszufluß). Auf diese Weise lassen sich die Linien der Fig. 7 zeichnen. Es ergeben sich wieder getrennte Kurvenzweige für Grund- und Spitzenwerke; die Abszissen für die Ordinatengröße $y_g = y_s = 1$ ($W = N$) sind gleich groß.

Beim Wochenspeicher kommt außer der oben behandelten Größe für den Tagesausgleich noch der Tageszufluß am Sonntag hinzu, soweit er nicht zur Deckung der in den Bereich der Werksbelastung (y) fallenden Sonntagsbelastung benötigt wird. Man zählt also die Differenz: Werktags- vermindert um Sonntagsarbeit ($f_{zlg} - f_{zso}$) zu und multipliziert abermals mit $\frac{1}{x_z}$. Bemerkt wird, daß beim Spitzenwerk, insolange y_s größer ist als der Unterschied der Werktags- gegenüber der Sonntagsspitze, d. h. solange es an Sonntagen stillsteht, die Linien für den Wochen- und Tagesspeicher im Abstand des Tageszuflusses ($x_{wo} - x_{tg} = 1$) verlaufen.

Der durch die Wochenspeicherung zu erzielende Gewinn kommt in einer Erhöhung der mittleren Wassernutzung an den Werktagen zur Geltung: $^1/_6\, w_o - x_{tg}$; dessen Größwert $\left(\frac{1,0}{6} = 0,167\right)$ wird erreicht, wenn sich das untersuchte Werk an der Deckung der Sonntagsbelastung überhaupt nicht beteiligt. Dieser Gewinn ist in Fig. 7 von $x = 2$ aus nach rechts gesondert aufgetragen[11]). Genau genommen müßte man auf Grund dieser Erhöhung des W_m auch eine Erhöhung des I_{wo} aber nur bezüglich des Anteiles „I_{tg}" vornehmen, was mit Hilfe der Linien unschwer geschehen kann; in der Praxis kann jedoch diese Nachrechnung unterbleiben.

Tafel 5 gibt die wichtigsten Größen des erforderlichen Tages- und Wochenspeichers für den Wintertag ziffernmäßig an. Hiebei wurden auch drei charakteristische „Mittelwerke" einbezogen.

Benützung der Linien.

1. gegeben sei: Zufluß Q_m und Beckengröße I, fraglich das Ausmaß und die Art der erzielbaren Spitzenarbeit. Man berechnet den Anteil von I am Tageszufluß $x = \frac{I}{86.400 \cdot Q_m}$ und findet unmittelbar die für x erreichbare Speicherung (Wochen- oder Tages-) entsprechend dem gesuchten Anteil des Werkes an der gesamten Netzbelastung (y).

2. gegeben: Zufluß und Belastungsanteil; fraglich das Ausmaß der Speicherung. Die Linien zeigen bei gegebener Ordinate (y) die erforderliche Beckengröße (Abszisse x).

Beispiel:

Winterzufluß $Q_m = 3$ m³/s, Tageszufluß 259000 m³;

a) Werk arbeitet allein ($W = N$; $y_g = y_s = 1$); erforderlicher Tagesspeicher $I_{tg} = 259000 \cdot 0,13 = 34000$ m³;
Ausbauwassermenge $Q_{max} = Q_m \cdot a_{tg}$[12]) $= 3 \cdot 1,65 = 5$ m³/s.
Wochenspeicher $I_{wo} = 259000 \cdot 0,58 = 150000$ m³;
Gewinn für den Werktag $0,07 \cdot Q_m$, daher $Q'_m = 3,2$ m³/s;
$Q'_{max} = 3,2 \cdot 1,65 = 5,3$ m³/s oder unmittelbar
$Q'_{max} = Q_m \cdot a_{wo}$[12]) $= 3 \cdot 1,76 = 5,3$ m³/s.
Da $Q'_m > Q_m$, ist eigentlich auch $I' > I$; dies kann aber vernachlässigt werden, da nur der Anteil I_{tg} von I_{wo} dadurch berührt wird.

b) Werk arbeitet als Spitzenwerk und übernimmt die obere Hälfte der Netzspitze ($y_s = 0,5$); die Grundbelastung wird durch Fremdenergie gedeckt;
erforderlicher Tagesspeicher
$I_{tg} = 259000 \cdot 0,4 = 104000$ m³;
$Q_{max} = 3 \cdot 3,42 = 10,3$ m³/s,
Wochenspeicher $I_{wo} = 259000 \cdot 1,39 = 360000$ m³
Gewinn für den Werktag $x' = 0,16\, Q_m$; daher $Q' = 3,5$ m³/s
und $Q'_{max} = 3,5 \cdot 3,42 = 12$ m³/s oder unmittelbar
$Q'_{max} = 3,0 \cdot 4,0 = 12$ m³/s.

c) Werk arbeitet als Grundwerk, übernimmt die unteren ¾ der Netzspitze ($y_g = 0,75$); die Spitzendeckung erfolgt durch Fremdenergie. Dieser Fall wird meist bei Niederdruckwerken vorkommen. Wir nehmen daher, um das Beispiel den in der Praxis vorkommenden Verhältnissen anzupassen, die zehnfache Winterwassermenge an: $Q_m = 30$ m³/s; Tageszufluß 2590000 m³.
Erforderlicher Tagesspeicher
$I = 2590000 \cdot 0,12 = 311000$ m³
Ausbauwassermenge $Q_{max} = 30 \cdot 1,28 = 39$ m³/s;
Erforderlicher Wochenspeicher (kommt praktisch kaum in Frage)
$I_{wo} = 2590000 \cdot 0,55 = 1430000$ m³
Gewinn wäre rund $0,07\, Q_m$; daher $Q'_m = 32$ m³/s und $Q'_{max} = 41$ m³/s; oder $Q'_{max} = 30 \cdot 1,36 = 41$ m³/s.

6. Anwendung der Verfahren.

Es geht über den Rahmen dieses Aufsatzes, den Wert der im Vorstehenden entwickelten Schaulinien und Tafeln für energiewirtschaftliche Untersuchungen aufzuzeigen. Es seien nur noch einzelne Anwendungsgebiete angedeutet: Querschnittsbemessungen unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit, also z. B. Abmessungen von Kanälen, Stollen, Fernleitungen;

Art der Verwendung der Einzelwerke im Gesamtversorgungsplan und damit die Bestimmung ihrer Ausbaugröße (s. Ornig, Verbundarbeit von Elektrizitätswerken), schließlich Fragen der Rentabilität und Tarifpolitik.

Wasserkraftwirtschaft und neuere Wasserkraftanlagen

Von Baurat Prof. Toepel in Leipzig.

Von eigenen Rohstoffen durch die Verluste landwirtschaftlicher und gewerblicher Ueberschußgebiete entblößt, mehr als je auf deren Einführung angewiesen, ohne Mittel zu ihrer Bezahlung, ist Deutschland zu einer auf das Aeußerste gesteigerten Bewirtschaftung seiner eigenen Nutzquellen gezwungen. Landwirtschaft und Industrie müssen Hand in Hand arbeiten. Die Grundlage der Technik, der Industrie und des Gewerbes ist die Energie, deren Beschaffung infolge der Kohlen- und Verkehrsnot immer unsicherer, schwieriger und teurer geworden ist, ohne Aussicht auf Besserung in absehbarer Zeit. Beträgt doch jetzt schon, um nur dieses anzuführen, der Preis der Kohle das 10000fache (der Aufsatz ist bereits im Juni geschrieben worden. Anm. der Red.) des Friedenspreises. Unabhängig davon, ewig und bleibend in ihrer Dauer ist die weiße Kohle, die Wasserkraft. Sie schafft nach Ministerialrat Krieger Lebensmöglichkeiten, fördert das Allgemeinwohl, sichert Lebensnotwendigkeiten, erleichtert die Gütererzeu-

[11]) An Stelle dieser Linien kann man auch unmittelbar die „a" Werte für die Wochenbelastung (Fig. 6, Taf. 4) verwenden. (S. Beispiel oben.)

[12]) „a" Werte aus Taf. 4 (Fig. 6).

Digitized by Google

gung und ermöglicht nutzbringendes wirtschaften. Die Wasserwirtschaft bildet deshalb einen Grund- und Eckpfeiler unserer Industrie: Jede Wasserpferdekraft bedeutet eine Ersparnis am Volksvermögen, sie ersetzt eine Wagenladung Steinkohlen im Jahre. Ihre veredelte Ausnutzung ist ebenso wie bei der schwarzen Kohle ein Gebot der Stunde. Ihr Aus- und Umbau ist allerdings teurer, aber nirgends wie hier gilt der scheinbar paradoxe Ausspruch von Geheimrat Klinger, des Erbauers der Leunawerke: Billig baut, wer teuer baut. Die Wasserkraft arbeitet um so wirtschaftlicher, je höher ihre Herstellungskosten sind; denn Baustoffe und Löhne steigen bedeutend langsamer als die Kohlenpreise, die den Preis der Fertigerzeugnisse bestimmen.

Bei der Abschneidung Oberschlesiens und der Beschlagnahmung der gesamten Saar- und jetzt der Ruhrkohle auf mindestens noch 15 Jahre ist in dieser Zeit die Wasserkraft bereits abgeschrieben (amortisiert). Ausschlaggebend sind übrigens nicht die Anlage-, sondern die Betriebskosten, die bei der Wasserkraft durchschnittlich nur ein Drittel der selbst zu Friedenszeiten erstellten Dampfkraft betragen. Der Nachteil der Wasserkraft, die wechselnde Ergiebigkeit, wird in Zukunft immer mehr und mehr schwinden durch Aufspeicherung, Zusammenschluß der Wasser- und Dampfkraftwerke und durch Anschluß an Hochspannungsnetze.

Als Beispiel restloser Ausnutzung durch Vergrößerung des Speicherraumes, des Gefälles, der Nutzwassermenge und des Wirkungsgrades, sowie durch Verminderung der Betriebs- und Unterhaltungskosten bei hoher Betriebssicherheit möge eine nach dem Entwurfe und unter Oberleitung des Verfassers umgebaute großzügige Wasserkraftanlage an der Zschopau im Nachstehenden ausführlicher besprochen werden.

Die Zschopau beherrscht bis zur Baustelle auf einer Lauflänge von 73 km bei einem Gesamtgefälle von rund 800 m mit ihren verschiedenen Zuflüssen ein Niederschlagsgebiet von rund 730 qkm mit einem mittleren Jahresniederschlage von 800 mm. Das im Grundrisse schräg gebrochene, im Querschnitt kofferartig gestaltete Wehr war mit einer festen Abpflasterung der Vor- und Abschußdecke versehen, auf der in der Hauptsache dessen Bestand beruhte; es führte das Betriebswasser in einem 280 m langen Obergraben einem Kraftwerke zu, dessen zwei Turbinen, nur für Kleinwasser bemessen, bereits über 35 Jahre alt waren, und den neuzeitlichen Anforderungen keineswegs mehr entsprachen. Der 800 m lange Untergraben dient gleichzeitig als Obergraben der unterhalb gelegenen Spinnerei, die bereits mit zwei neuen regelbaren Francisturbinen für 6,9 bis 9,2 cbm/sec bei 3,4 m Gefälle ausgerüstet ist, außerdem aber noch mit einer 3000 PS-Dampfkraftanlage betrieben wird. Die beiden alten Turbinen des oberen Kraftwerkes, Bauart Girard und Jonval, sollten bei 1,88 m Gefälle und 4 cbm/sec Schluckfähigkeit 75 PS leisten und übertrugen ihre Arbeit elektrisch nach dem unterern Werke. Eine Messung ergab bei Vollbeaufschlagung der Spinnereiturbinen nur ein Gefälle von 1,40 m, trotz eines Wasserstandes von 39 cm über Wehrkrone, da ein Teil Zuflußwassers durch den Leerlauf des Kraftwerkes den Spinnereiturbinen zugeführt werden mußte, woraus sich bei einem Wirkungsgrade von etwa 0,65 eine Leistung von rund 40 PS berechnete, was durch Ablesung am Watmesser bestätigt wurde. Nach längeren Verhandlungen mit oberhalb des Wehrs angrenzenden Uferbesitzern gelang es, ein oberhalb vorhandenes Gefälle von 1 m für die Stauanlage zu gewinnen, wobei vom Wasseramte die Bedingung gestellt wurde, daß bei Hochwasser die jetzige Hochwasserhöhe nicht überschritten werden dürfe und das am rechten Ufer am Wehre gelegene niedrige Ufergelände durch einen 280 m langen Schutzdamm an Stelle eines seit Jahrzehnten verfallenen hochwasserfrei gehalten werde. Die Stauhöhe von 1,30 m (einschließlich der durch den vorhandenen 30 cm hohen Brettaufsatz erzeugten) durfte deshalb nur durch einen beweglichen Wehraufsatz gehalten werden, der bei einer Ueberspiegelung von 20 cm zur Einhaltung der Staumarke allmählich zu beseitigen war. Der auf dem ansteigenden Gelände aus Vorlandboden mit 1 m Kronenbreite einer zweimaligen Wasser- und einundeinhalbmaligen Luftböschung erstellte Hochwasserschutzdamm mußte wegen Durchlässigkeit des sandigen Baustoffes mit einem 40 cm starken Lehmkerne versehen werden und erhielt auf der Binnenseite zur Niederhaltung und Abführung des Grund- und Tagewassers einen in das Unterwasser des Wehres führenden größtenteils offenen Entwässerungsgraben. Die in Trockenmauerwerk ausgeführten Ufermauern des Werkkanals waren im Laufe der Jahre zum Teil verfallen und verengten den Grabenquerschnitt; sie wurden auf ihrer ganzen Länge in Beton ersetzt, und gleichzeitig wurde die Grabensohle verbreitert und geregelt. Das Einlaufbauwerk mit Grobrechen wurde ebenfalls erneuert, eine erhöhte Kiesschwelle vorgelegt und die eisernen Schützenständer mit einer Eisenbetonschutzwand gegen Hochwasser versehen. Bei geringer Eisführung des Flusses hätte der Grobrechen zweckmäßig durch eine schwimmende Tauchrechenwand ersetzt werden können. Ein längeres Studium erforderte die Ausbaugröße des Kraftwerkes; eine Gewinnberechnung ergab noch für 12 cbm/sec, die nach den Erhebungen an mindestens 100 Tagen im Jahre vorhanden waren, einen vorteilhaften Ausbau des Kraftwerkes. Die 3 cbm/sec Ueberwasser für die Spinnereiturbinen werden, da eine dritte Turbine dort nur unter den größten Schwierigkeiten einzubauen ist, durch den 350 m entfernten, bis dahin ausgebauten Werkkanal mit Hilfe des vorhandenen Freifluters nach dem Mutterflusse abgeworfen. Ueber das Kraftwerk, in dem zwei Francisturbinen zu je 6 cbm/sec mit Hilfe von Kegelrädern auf eine gemeinsame Welle und die Dynamomaschine mit 250 Umdrehungen arbeiten, kann an dieser Stelle nicht ausführlicher berichtet werden, obgleich verschiedene Einzelheiten, wie die selbsttätige Regelung der Turbinen, die Betonsaugrohrkrümmer, das Turbinenhaus, der Umlaufgraben mit Ueberfall, die Dichtung des alten anliegenden Wohngebäudes usw., manches Interessante bieten würden. Bei Vollbeaufschlagung ergab sich bei 2,77 m Arbeitsgefälle ein Kraftgewinn von 355 PS, ganz abgesehen von den bei den wechselnden Wasserständen nicht hoch genug einzuschätzenden Speichergewinne, fehlte doch früher oftmals bei Kleinwasser infolge des Abmahlens in den oberhalb liegenden Stauanlagen das Wasser für die Kondensation. Störungen, besonders zu Betriebsanfang, waren unvermeidlich.

Durch eine Verlegung des Wehres einige Meter unterhalb des alten in gleicher Höhenlage rechtwinkelig zu den begrenzenden Ufermauern (Wehrwangen) konnte ein Zwischenpfeiler erspart und durch Anordnung eines 2,5 m breiten, 1,8 m tieferen Spülschützes der Wasserabfluß verbessert werden. Der 3 m hohe Spülschütz ist zweiteilig: der obere 1,5 m hohe Teil kann bei ruhendem Unterteile versenkt, der 1,5 m hohe Unterteil bei ruhendem Oberteile gehoben werden, bis er ganz in den oberen eingeschoben ist, so daß beide Teile sodann zusammen über Hochwasser gehoben werden können. Es wird hierdurch unter anderem erreicht, daß ohne große Wasser- und Gefällsverluste sowohl das am Eisrechen anschwimmende Gestrüpp, Holz, Eis und sonstige Schwimmstoffe, als auch die Anhegerungen an der Kiesschwelle mit dem unten hindurchschießenden Wasserstrahle unmittelbar in das Unterwasser des Wehres abgeführt werden. Die übrige Wehrlänge ist durch zwei Zwischenpfeiler in drei gleiche Teile von je 12,4 m Lichtweite geteilt, die einzeln durch Wehrklappen verschlossen gehalten werden und den Wasserstau selbsttätig so halten, daß bei 20 cm Ueberstau das Umlegen beginnt und bei fortgesetztem Steigen des Oberwassers schließlich sich wagerecht niederlegen und die ganze lichte Wehrbreite freigeben.

Die drei selbsttätig und zwangsläufig bewegten Stau-

Digitized by Google

klappen von je 12,40 m Lichtweite und 1,3 m Stautiefe schwingen um eine wagrechte, im festen Wehrunterbau verankerte Achse und sind für die höchste Stellung 60°, gegen den Horizont geneigt.

Den Drehmomenten des Wasserdrucks und Eigengewichtes wirkt ein Gegengewichsträger in Eisenbeton entgegen, der an den beiden Seitenpfeilern in wagebalkenartig ausgebildeten Walzhebeln hängt, die am anderen Hebelarme die Zugstangen für die Stauklappen aufnehmen. Das Drehmoment des Gegengewichts für die Klappendrehachse ist bei allen Klappenstangen gleich den beiden Drehmomenten aus Wasserdruck und Eigengewicht und so ausgeglichen, daß bei Ueberschreitung von 20 cm Wasserüberfall der Klappen nach den wasseramtlichen Bestimmungen ein Drehen und Klappen beginnt, bei kleinerem Drucke die Klappen aber ihre Höchstlage einnehmen und das Gegengewicht sich auf den Pfeilervorsprüngen aufsetzt. Bei größerem Wasserdrucke senken sich die Klappen langsam und zwar nur soviel, als es der jeweiligen Zunahme des Wasserzuflusses entspricht, und bleiben dann in dieser Lage ruhig stehen. Bei weiterer Zunahme senken sie sich bis zur Horizontalen und geben dann den ganzen Durchflußquerschnitt frei, um bei abnehmendem Wasserzuflusse allmählich ihre Höchstlage wieder einzunehmen. Die Dichtung am festen Wehrkörper besteht aus einem Rohrabschnitte, gegen den ein zwischen dünnen Stahlblechen eingespannter Chromlederstreifen durch den Wasserdruck gepreßt wird. Die Seitendichtung besteht aus einem federnden Stahlbleche, das durch den Wasserdruck und die eigene Elastizität einerseits gegen die glatt verputzte Nischenfläche der Seitenwände und anderseits gegen die seitlichen Flächen der Belagbohlen der Klappen gedrückt wird. Diese höchst einfache Bauart hat sich beim ersten schweren Eisgange dieses Jahres vorzüglich bewährt. Das Holz kann sich frei ausdehnen, ohne daß ein Klemmen an den Seitenwänden stattfindet. Um die Wehrklappe auch zwangsweise bewegen zu können, ist auf dem Gegengewichte zwischen ihm und dem Walzhebel (Wagebalken) ein Windewerk angebracht, bei dessen Bewegung das Gegengewicht auf dem Auflager liegen bleibt und die Klappe sich unter der Wirkung des Wasserdrucks und Eigengewichts langsam in dem Maße senkt, als die Klappe nachgewunden wird, was verhältnismäßig leicht und rasch vonstatten geht.

Die Ausführung der Stauklappen hatten die Züricher Stauwerke nach ihrem Patente, die Tiefbau- und Betonarbeiten sowie den Spülschütz die Firma Rud. Wolle in Leipzig, die Turbinen mit Einlaßschützen die Firma J. M. Voith in Heidenheim a. Br., den elektrischen Teil die Siemens-Schuckertwerke, Geschäftsstelle Chemnitz, übernommen; Entwurf und Bauleitung lagen in den Händen des Verfassers.

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Rückstau bei Wasserkraftanlagen. Über eine neue Einrichtung zur Bekämpfung des Rückstaues bei Wasserkraftanlagen veröffentlicht „El. World". (Bd. 79, Heft 23, 1922) die nachstehenden Angaben:

Der ungünstigste Einfluß, den der namentlich bei Hochwasser auftretende Rückstau im Unterwassergraben, durch welchen das Nutzgefälle verringert wird, auf die Ausnützungsmöglichkeit der Maschinenanlage ausübt, ist allgemein bekannt und wurden bereits verschiedene Mittel zur Vermeidung dieser Nachteile angewendet. Das einfachste und auch in der Regel angewendete Mittel besteht in der Aufstellung eigener Hochwasserturbinen, welche die überschüssigen Wassermengen verarbeiten und den bei den übrigen Einheiten auftretenden Leistungsabgang wettmachen. Ein derartiges Verfahren ist naturgemäß schon zufolge der gesteigerten Anlagekosten nicht besonders wirtschaftlich. O. G. Thurlow schlägt einen vollkommen neuen Weg ein; derselbe beruht auf der Beobachtung, daß ein über einen Damm von bestimmter Form herabstürzender Wasserstrahl unten angelangt in einer gewissen Entfernung vom Dammfuß eine stehende Welle bildet, hinter welcher — sonach auf der Dammseite — der Wasserspiegel sich unter den normalen Stand absenkt, wogegen diese stehende Welle die von unten gegen den Damm vordringende Rückstauwelle aufhält. Läßt man die Turbinensaugrohre in den abgesenkten Wasserspiegel zwischen Damm und stehender Welle einmünden, so tritt keine wesentliche Gefällsverminderung selbst bei starkem Hochwasser mehr ein, vielmehr wird durch das über die Saugrohre in das Unterwasserbett zurückgelangende Abwasser der Turbinen diese gegen den Rückstau schützende Wasserwelle in ihrer Wirkung noch unterstützt. Thurlow nennt diese Einrichtung „Rückstauvernichter". Er hat den hier geschilderten Gedanken zunächst durch an geeigneten Modellen vorgenommene Versuche in bezug auf Richtigkeit nachgeprüft und seine Theorie vollkommen bestätigt gefunden; auch gelang es ihm an Hand dieser Modellversuche, die Gesetze, denen die geschilderte Erscheinung gehorcht, zu ergründen und die günstigsten Verhältnisse in bezug auf Überfallshöhe des über die Wehranlage zwecks Ausbildung der stehenden Welle herabzulassenden Wassers, geeignetste Formgebung des Dammes, zweckmäßigste Lage der Saugrohrmündungen, zu wählendes Verhältnis zwischen der über den Damm herabzulassenden Wassermenge und von den Turbinen verarbeiteten Wassermenge usw. festzustellen. Es bedarf keines besonderen Hinweises darauf, daß die ganze Einrichtung naturgemäß nur bei Hochwasser in Tätigkeit zu treten hat und demzufolge die über die Dammkrone herabzulassenden Wassermengen, die eben der Hochwasserflut entnommen werden können, keine Wasserverluste in bezug auf das Kraftwerk selbst bedeuten. Die erste praktische Anwendung des hier geschilderten Prinzips ist seitens der Alabama Power Co. in ihrem neuen Kraftwerke Mitchel Dam (Coosa Fluß) in Aussicht genommen. Vor Fassung dieses Entschlusses hat sich genannte Gesellschaft durch eingehende Berechnungen davon überzeugt, daß die Baukosten sich nicht höher stellen werden, als für ein Kraftwerk gewöhnlicher Bauart für dieselbe Hochwasserleistung; es lassen sich nach diesen Berechnungen eher noch Ersparnisse bei Anwendung der neuen Bauart erwarten. Das Maschinenhaus zeigt natürlich eine von der normalen vollkommen abweichende Anordnung, da der Staudamm, an welchen anschließend das Kraftwerk errichtet wird, bei Hochwasser auf der ganzen Länge vom Wasser überspült werden muß. Demzufolge werden die mit senkrechter Welle ausgestatteten, aus einkränziger Francis-Turbine und darüber angeordneten Schirmgenerator gebildeten Gruppen von je 20 000 kVA Leistung, von welchen im ersten Ausbau drei Stück, später eine vierte aufgestellt werden, vollkommen in den Staudamm eingebaut. Der Staudamm selbst erhält eine Länge von rund 285 m und wird in seinem obersten Teil auf die ganze Länge mit eingebauten Schützen ausgerüstet, von welchen insgesamt 26 Stück angeordnet werden. Die Schützentafeln haben 9.15 m Breite und rund 4.5 m Höhe. Das mittlere Gefälle beträgt rund 18 m. Besonders interessant wird das Kraftwerk auch noch durch den Umstand, daß hier das erste Mal der Versuch gemacht werden soll, ein auch als Freiluftanlage betreibbares Maschinenhaus auszubilden. Die Notwendigkeit, alle Bauten auf den Damm möglichst niedrig auszuführen, zwingt dazu, das Maschinenhausdach möglichst nahe über die Generatoren anzuordnen, so daß für eine Krananlage von der nötigen Hubhöhe innerhalb des Maschinenhauses kein Platz mehr freibleibt. Demzufolge wird der Kran von

Digitized by Google

120 t Tragkraft als das ganze Maschinenhaus übergreifender Portalkran ausgebildet und auch zur Bedienung der Schützen, der Turbinen, der Rechenanlage und der übrigen wasserbaulichen Teile mit herangezogen. Das Maschinenhausdach wird in der Mitte geteilt und jede Hälfte auf Rollen nach verschiedener Richtung verschiebbar gemacht. Im Bedarfsfalle kann dann das Dach geöffnet und mit dem Kran die notwendige Arbeit im Maschinenhaus verrichtet werden; während des normalen Betriebes soll allerdings das Maschinenhaus geschlossen gehalten werden. Die als Freiluftanlage auszubildende Transformatoren- und Überspannungs-Schalterstation wird unmittelbar neben dem Maschinenhaus am Damme angeordnet.

Niederländisch-Indien. Der staatliche „Dienst für Wasserkräfte und Elektrizität in Niederländisch-Indien" berichtet in seinem vierten Heft für 1921 über Tätigkeit und Aufgabenkreis dieser Behörde. Danach gehört in ihr Arbeitsgebiet Mitarbeit beim Bau von öffentlichen Stromlieferungswerken, Baugenehmigungen und die Anlage eines Wasserkraftkatasters, auch hat sie einen weit verzweigten hydrometrischen Dienst eingerichtet. Man erfährt ferner Näheres über den Stand der Bauarbeiten an begonnenen Werken und über die Betriebsergebnisse der bestehenden. Viele dem Bericht beigegebene Abbildungen und Tabellen unterrichten über den Stand des Ausbaus der Wasserkräfte und der Elektrizitätsversorgung. Die Gesamt-Primärleistung aller Elektrizitätswerke Niederländisch-Indiens betrug Ende 1921 85 000 kW, darunter 13 000 kW Wasserkraft. Für die Zukunft sind noch größere Projekte geplant, auch die Elektrisierung der Bahnen soll später noch in Angriff genommen werden.

Riesenwasserkraftwerk in Kalifornien. Über ein während des Krieges in Kalifornien gebautes Kraftwerk berichtet die Zeitschrift deutscher Ingenieure. Darnach sind durch Anstauung des Almanarsees 369 Millionen Kubikmeter Wasser gestaut. Das „Caribon-Werk" liegt etwa 440 m unterhalb dieses Sees. Von ihm strömt das Wasser durch etwa 6300 m lange Tunnelleitungen zu den Maschinen. Vorläufig sind zwei Turbodynamomaschinen von je 20 000 kW Leistung aufgestellt, eine dritte ist in der Aufstellung begriffen, weitere drei sollen noch folgen. Das Wasser steht vor den Turbinen unter einem Druck von fast 33 at. Als Übertragungsspannung für die Fernleitung wurden 165 000 Volt gewählt. Das Leitungsmaterial ist nicht Kupfer, sondern Stahlaluminium.

Verschiedenes

Ein „elektrisches Haus" in München. Ein nicht nur städtebaulich, sondern auch technisch interessantes Projekt beschäftigt nach den „M. N. N." vom 22. 6. 23 die Inhaberin der alten Köglmühle hinter dem Armeemuseum. Es soll dort ein moderner Wohnhausblock mit etwa 50 Wohnungen geschaffen werden, wobei die vorhandene, erhebliche Wasserkraft in dem weitesten Umfang für Licht, Kraft und Heizung herangezogen werden soll, wie dies bisher nur in wenigen Einzelanlagen durchgeführt wurde.

Dem Projekt kommt die außerordentlich gleichmäßige Wasserführung zugute, welche die Münchener Stadtbäche aufweisen und welche eine nahezu 8760stündige, volle Ausnutzung der verfügbaren Leistung gestattet und auch im Winter keine oder wenigstens keine erhebliche Minderung erleidet, somit also gerade für Heizung hervorragend geeignet ist. Rechnet man, daß die Verwendung der Metallfadenlampen auch bei sehr üppiger Beleuchtung nur einen recht geringen Kraftverbrauch ergibt, der für den Umfang des vorliegenden Projektes, nach der Zahl der Räume geschätzt, etwa 20–25 kW nicht übersteigen dürfte, wogegen die verfügbare Wasserkraft wohl gering mit 150 kW zu schätzen sein wird, und nimmt man noch einen Kraftverbrauch von etwa 50 kWh täglich für Motoren (Aufzüge, Ventilation u. dgl.) hinzu, so verbleibt eine für Heizzwecke verfügbare Leistung von täglich 3310 oder rund von 3300 kWh.

Bei weitgehender Verwendung des Stromes für Heizzwecke, insbesondere auch zum Kochen, wird nun an sich schon eine außerordentliche Vergleichmäßigung der Belastung über den Tag von den Morgenstunden bis zu den späten Abendstunden erreicht dadurch, daß die tiefe, den Werken mit vorwiegendem Lichtverbrauch eigene Senkung in der Belastungskurve unter Tags zwischen den Morgen- und Abendlichtspitzen, die auch durch Kraftabnehmer nur unvollkommen ausgefüllt wird und dann zu einer Erhöhung der Abendlichtspitze im Winter führt, besonders in den Vormittagsstunden ganz wesentlich durch den Stromverbrauch in den Küchen verebnet wird. Diese Vergleichmäßigung der Belastung durch den Einfluß der Heizungs-Stromabnehmer ist in neuester Zeit mehrfach der Gegenstand beachtenswerter Untersuchungen gewesen, welche die Verbreitung der Elektroheizung, insbesondere im Haushalt, in England, sowie in den nordischen Ländern im Vergleich zu unseren in dieser Hinsicht noch außerordentlich rückständigen Verhältnissen und die sich daraus für die Werke sowohl wie für die Tarifpolitik ergebenen Folgerungen zeigen[1]). Rechnet man nun noch für Kochzwecke für 50 Wohnungen täglich unter Zugrundelegung der im Elektrizitätswerk Djursholm gemachten Erfahrungen[2]) pro Anschluß und Jahr 1750 kWh, so ergibt dies im vorliegenden Falle einen Tagesverbrauch an Kochstrom, vorwiegend in den Vormittagsstunden, von etwa 700 kWh, nach deren Abzug nun noch eine hauptsächlich in die Nachmittags- und späten Nachtstunden (bis zum Morgen) fallende Leistung von etwa 2600 kWh, welche zu den sonstigen Heizzwecken frei ist. Diese Leistung vermag, wie in dieser Z. Heft 10, S. 123, bereits ausgeführt, wenn in einer Warmwasserheizung ausgenützt, täglich etwa ½ t oder 10 Ztr. Koks zu ersetzen.

Setzt man ungefähr als Erfahrungszahl den Verbrauch für 12 Heizkörper einer Warmwasser-Sammelheizungsanlage mit 1 Zentner Koks pro Tag an, so ergibt sich, daß mit der verfügbaren Leistung etwa 120 Heizkörper, d. h. 120 Räume beheizt werden können. Daneben kann selbstständlich noch zentrale Warmwasserversorgung mit versehen werden. Auf das gleiche Ergebnis kommt man, wenn man an Stelle der Warmwasser-Sammelheizung die Raumheizung mit elektrischen Einzelöfen und die Warmwasserbereitung ebenfalls stockwerks- oder wohnungsweise dezentralisiert mit den üblichen Speicher-Boilern annimmt; es treten dabei nur an die Stelle der Warmwasserleitungen die elektrischen Leitungen. Daß der Wirkungsgrad einer elektrisch beheizten Sammelheizung geringer wäre als jener einer Einzelofen-Heizung, erscheint zunächst richtig zu sein unter dem Gesichtspunkt, daß der im Raume stehende elektrische Ofen die ganze in ihm in Wärme umgesetzte Leistung in den umgebenden, zu heizenden Raum ausstrahlen muß, also keine Wärmeverluste auftreten können. Da auch die Umsetzung von elektrischer Energie in Wärme verlustlos vor sich geht, muß also der Einzelofen praktisch 100% Wirkungsgrad haben und hat es natürlich auch; die Sammelheizung dagegen hat Abkühlungsverluste im Rohrnetz. Dagegen ist zu bedenken, daß die von den Rohren der Warmwasserheizung ausgestrahlte Wärmemenge, bezogen auf die von den Radiatoren abgegebene Wärmemenge, allerdings einen Verlust darstellt; diese Wärmemenge geht aber nicht in die Außenluft ab, sondern erwärmt die von den Rohrleitungen durchzogenen Innenmauern des Hauses und bleibt damit der allgemeinen Durchwärmung des Gebäudes erhalten. Die von den Rohren einer Sammelheizung ausgestrahlte Wärme ist also für die Gesamtheit des zu beheizenden Hauses kein Verlust — ein bisher wohl zu wenig beachteter Gesichtspunkt. Das gleiche gilt natürlich auch für die Erwärmung der elektrischen Verteilungsleitungen bei Einzelheizkörpern, man braucht aus diesem Grunde mit dem Spannungsabfall in

[1]) Der Einfluß des elektrischen Kochens auf die Belastungsverhältnisse der Elektrizitätswerke. Ch. Hässler, Stockholm; E.T.Z. 1923 H. 23 S. 542. Die zunehmende Anwendung der Elektrizität in englischen Haushaltungen, Bericht nach „Electrician" in E.T.Z. 1023, H. 13, S. 295. Vgl. auch die in der „Deutschen Wasserwirtschaft" 1923, H. 5, S. 56. gezeigte Belastungskurve vom EW. Stavanger.

[2]) Häßler, a. a. O.

Digitized by Google

den Heizleitungen nicht aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus ängstlich zu sein und hat nur die höchstzulässige Erwärmung zu berücksichtigen. Es sei darauf hingewiesen, einerseits im Hinblick auf den naheliegenden Trugschluß, daß die Hausbeheizung auf dem scheinbaren Umweg über die Warmwasser-Sammelheizung hinsichtlich des Wirkungsgrades im Nachteil sei gegenüber der Einzelofenheizung und andererseits, weil auf dem Gebiete der elektrischen Sammelheizung die Entwicklung noch lange nicht abgeschlossen sein wird.

Neben der Raumheizung gibt es in einem solchen Wohngebäudeblock noch eine Reihe von Anwendungen für die Überschußleistung, die teils zu jeder Jahreszeit, teils in den Sommermonaten als Gegensatz und Gegengewicht gegen den Heizstrombedarf, auftreten. Dahin gehört z. B. ein elektrisch beheizter Trockenspeicher, elektrisch beheizte Waschkessel, eine elektrische Kühlanlage für die Keller und — im Sommer — auch für das ganze Haus. Man kann ein solches Haus mit allen bei den amerikanischen Großbauten üblichen Einrichtungen versehen[3]) mit dem einzigen Unterschied, daß dort diese Einrichtungen zumeist von der mit Abwärmeverwertung zur Heizung arbeitenden Dampfzentrale betrieben werden, während hier die Möglichkeit geboten ist, ganz ohne Brennstoffe auszukommen.

Sache der Detailprojektierung der hier im Vorprojekt aufgestellten Bauvornahme wird es sein, durch das Zusammenwirken der Sonderfachleute unter einer leitenden und disponierenden Hand eine Musteranlage auf dem Gebiete restlosester Verwertung der Wasserkraft auf dem Weg über elektrische Energie aufzustellen, und es wäre von weittragendem Interesse, wenn die fachliche Öffentlichkeit in Fühlung mit den Einzelheiten gehalten würde.

Es ist nach den Vorschlägen des Berichterstatters ohne jede Schwierigkeit oder Komplikation möglich, völlig selbsttätig die gesamte, in jedem Augenblick nicht für Licht, Kochzwecke oder Motoren nötige Wasserkraftleistung der Heizungsanlage zuzuführen und somit die Belastung der Anlage stets so zu halten, daß sie gerade der verfügbaren Wasserkraftleistung voll entspricht. Durch ein solches ohne Bedienung arbeitendes System erlangt erst eine derartige Anlage das Maximum der Leistungsausnutzung bei gleichzeitigem Minimum an Kosten, wenn man bedenkt, welche große Rolle heute nicht nur der Kohlenpreis, sondern ebenso auch der Lohn für jede Bedienungsperson spielt.

Ing. C. Reindl.

Ausfuhr elektrischer Energie aus der Schweiz. Dem „Kraftwerk Laufenburg" wurde die provisorische Bewilligung erteilt, bis zu 10 000 kW von seiner erzeugten elektrischen Energie an die Forces motrices du Haut-Rhin S.-A. in Mühlhausen auszuführen. Die täglich ausgeführte Energiemenge darf max. 175 000 kWh nicht überschreiten. Die spätestens bis 30. September 1923 gültige Bewilligung kann behördlicherseits jederzeit eingeschränkt oder ganz zurückgezogen werden, ohne daß das Kraftwerk Laufenburg einen Anspruch auf irgendwelche Entschädigung erheben kann.

(„Schweiz. Wasserw.")

Eine eigene Art, Kanalbauten auszuführen. Die Neckarbaudirektion hatte sich der Geldschwierigkeiten wegen schon vor einiger Zeit gezwungen gesehen, ihre Arbeiten wesentlich einzuschränken. Es betraf dies besonders hart die Stadt Eßlingen, weil sich bei Obereßlingen ein großes Kraftwerk im Bau befand und nun zahlreiche Arbeiter brotlos werden sollten. Auf die Vorstellung des Oberbürgermeisters wurden dann die Arbeiten wieder aufgenommen. Da aber das nötige Geld bald wieder fehlte, so wurden die Arbeiten schließlich doch endgültig eingestellt, trotz der hohen Rentabilität bei nur 43 M. für die kWh und dem Februar-Strompreis von 1027 M. für Licht und 678 M. für je kWh.

Dies ist zum Anlaß geworden, daß man dort auf einen Gedanken kam, der verspricht, die Kanalarbeiten auch ohne Geld auszuführen (!). Es soll dies etwa in der Art geschehen, wie man schon in verschiedenen Orten einzelne Häuser und auch ganze Siedlungen hergestellt hat, indem nämlich die Arbeiter in freien Stunden ihre Arbeit auch ohne Bezahlung leisteten und dafür durch einen Anteil an der fertigen Arbeit entschädigt wurden. Bei diesen Kanalarbeiten soll das in der Weise geschehen, daß die Arbeiter hier durch ihre Arbeit Anspruch auf die Lieferung von Licht erwerben. Man rechnet da etwa in folgender Weise:

Die Stadt Eßlingen hat etwa 40 000 Einwohner, davon kämen für die Arbeit am Kanal etwa 6000 Mann in Betracht, die mit 30 Arbeitsschichten und 200 Arbeitern, oder mit 20 Arbeitsschichten und 300 Arbeitern zu arbeiten hätten. Jede Schicht würde sich etwa zusammensetzen aus 50 Arbeitslosen, 15 Studenten, 5 Schülern der Oberklassen, 5 Mitgliedern der Schupo, 10 Beamten, 20 Kaufleuten, 20 Angestellten, 25 Rentnern und Pensionären, sowie 150 Werkstattarbeitern (15 Betriebe zu je 10 Mann), sowie endlich 30 Stammarbeitern der Kanalunternehmung selbst, die aber besonders entlohnt würden, und zwar auf Kosten von Industrie und Gewerbe.

Mit diesen Arbeitskräften wäre es möglich, das Kraftwerk Obereßlingen in 600 Tagen bei 200 Arbeitern, oder 400 Tagen bei 300 Arbeitern fertigzustellen. Leistet ein Arbeiter 20 Arbeitstage = 160 Stunden, berechnet die Stunde mit 1050 M., so erhält er einen Lieferschein auf elektrischen Strom für 168 000 : 1027 = rd. 163 Kilowattstunden. Hatte solch ein Arbeiter bisher einen Lichtverbrauch von 60—70 Kilowattstunden im Jahre, so erhält er nun für seine Arbeit den Lichtverbrauch auf 2 bis 2½ Jahre geliefert. Es ist anzunehmen, daß das Kraftwerk in 1½ bis 2¼ Jahren betriebsfähig ist. Der Lieferungsschein kann natürlich aber auch inzwischen verkauft werden.

Die Neckarbaudirektion hält den Gedanken für durchführbar; die Stadt Eßlingen geht deshalb ernstlich darauf aus, ihn zu verwirklichen. Wenn es bedenklich erscheint, daß der Wert des Geldes während der längeren Arbeitszeit schwanken wird, so ist dem wohl mit Recht entgegenzuhalten, daß dies ebenso in dem Wert der Kilowattstunde der Fall ist; und was etwa die verloren gehenden Zinsen betrifft, so lassen sich diese unschwer berücksichtigen. Die Kanalbauverwaltung beabsichtigt übrigens, den Arbeitern täglich auf der Baustelle ein gutes, warmes Mittagessen zu verabreichen, das mit 800 M. anzusetzen ist. Der Arbeiter würde also für vier Stunden Tagesarbeit rund 5000 M. verdienen, doppelt so viel, als heute den Eßlinger Arbeitslosen zuteil wird. („Ztschr. für Binnenschiffahrt".)

Gefährdung unseres Wasserkraftausbaues durch Frankreich. Aus Anlaß des Entwurfes zum Reichsbahnfinanzgesetz, wonach die Reichsbahn zu einem Sondervermögen des Reiches und mithin auch unsere vormalige bayerische Staatsbahn zu einem Bestandteil dieses Sondervermögens würde, allen Gefahren einer mit fast diktatorischen Befugnissen ausgestatteten, unabhängigen Leitung ausgesetzt und jeglichem Einfluß des Landes entrückt wäre, und im Hinblick auf die französische Forderung nach Verpfändung der Reichsbahn, also Überführung unter die Kontrolle Frankreichs, weist Dr. Grasmann in einem Artikel über „Bayerische Verkehrspolitik am Wendepunkt" in den „M. N. N." Nr. 168 eindringlich darauf hin, daß die Umwandlung der Reichsbahn in ein Sondervermögen die schwersten Bedenken finden muß und viel weiter greifen könnte, als es zunächst den Anschein hat. Man kann dem Verfasser nur beipflichten in seiner Warnung davor, daß es Frankreich bei der Kontrolle der deutschen Eisenbahnen viel weniger um die jährliche Verzinsung von 500 Millionen Goldmark zu tun ist, als darum, im Eisenbahnnetz die Lebensadern der deutschen Wirtschaft in die Hand zu bekommen und sie zu unterbinden. Hat Frankreich sein mit dem Einbruch ins Ruhrgebiet beabsichtigtes Ziel, die deutsche Wirtschaft zu töten, nicht erreicht, so versucht es jetzt, das Radikalmittel, das unfehlbar zum Ziel führen würde, anwenden zu können: die Knebelung des Verkehrs. Mit der Eisenbahn in unzertrennlicher und engster Wechselwirkung steht die Binnenschiffahrt, die eben jetzt durch die zum Teil schon in den Zustand des Baubeginnes getretenen, zum anderen Teil

[3]) Heizungs-, Lüftungs- und Dampfkraftanlagen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Von A. K. Ohmes, Verlag Oldenbourg, 1912.

Digitized by Google

An unsere Abonnenten!

Seit dem Erscheinen der ersten Augustnummer der „Wasserkraft" hat die Mark von neuem einen ungeheueren Sturz erlebt. Unsere verehrl. Abonnenten werden sich der Einsicht nicht verschließen, daß wir unter diesen Umständen den im ersten Augustheft unter ganz anderen Preisverhältnissen festgesetzten Bezugspreis von Mk. 20 000.— nicht mehr aufrecht erhalten können. Wir sind gezwungen, den Bezugspreis für Monat August auf Mk. 100 000.— zu erhöhen und bitten diejenigen Abonnenten, welche den Bezugspreis von Mk. 20 000.— bereits eingezahlt haben, den Zuschlag umgehend einsenden zu wollen

Richard Pflaum Verlag A.G.

noch Projekte bildenden süd- und mitteldeutschen Wasserstraßenpläne am Beginne eines mächtigen Aufschwunges steht und nicht nur den Schienenweg entlasten, sondern auch Kohle sparen hilft. Sie würde von der Diktatur des Feindes ebenso getroffen und in ihrer Entwicklung gehemmt werden, wie die Eisenbahn und deren weiterer Ausbau.

Im engsten Zusammenhang mit Schienen- und Wasserstraßen steht — zumal in Bayern — der Ausbau der Großwasserkräfte. Sie dienen ja entweder dem Bahnbetrieb oder sie werden aus Schiffahrtsstraßen gewonnen. Es ist erinnerlich, daß in Frankreich bereits Stimmen laut geworden sind, welche erklärten, der Ausbau der Wasserstraßen und die Elektrisierung der Bahnen dienten nur dazu, die Finanzen des Reiches den Reparationsverpflichtungen zu entziehen, und welche ein Verbot für diese „unnötigen" Arbeiten forderten, während andererseits Frankreich heute darangeht, die von deutschen Ingenieuren projektierte Ausnutzung des Rheines — hier hat besonders Hallinger mit seinem Projekt über die Strecke Basel—Straßburg[1]) bahnbrechend gearbeitet — unter Anlehnung an die deutschen Pläne zu verwirklichen[2]). Dieser Eingriff in die Ausnutzung unserer Wasserkräfte würde naturgemäß Bayern und das bayerische Bahnnetz, sowie die bayerischen Kraftwasserstraßen am empfindlichsten treffen. Es ist daher gewiß kein Partikularismus, wenn vor allem Bayern mit Sorge auf diese aus der Verreichlichung seiner Bahnen hervorgegangene, durch die Überführung der Reichsbahnen in ein Sondervermögen der Privatwirtschaft bedrohlich nahegerückt und nun als weitere Folge durch die Überantwortung unter die „Kontrolle" unseres Feindes gefährdete Zukunft blickt, und nicht nur für seine Bahnen selbst, sondern auch für seine Wasserkräfte und für die wirtschaftliche Entwicklung selbst, die eng damit zusammenhängt, bangt. Es ist zu hoffen, daß die warnenden Stimmen, welche aus solchen wirtschaftlichen Erwägungen heraus vor den unter Umständen unübersehbaren Folgen der nun schon einmal geschehenen Verreichlichung warnen, gehört werden und daß zum mindesten hier Halt gemacht werde. Der Gedanke, daß unsere heimischen Wasserkräfte direkt oder indirekt noch unter die feindliche Kontrolle kommen, vielleicht sogar für den Feind arbeiten könnten, muß die deutschen und besonders die bayerischen Wasserkraft-Fachleute zum schärfsten Widerstand gegen alles, was diese Gefahr näherbringen könnte, veranlassen.

Ing. C. Reindl.

Einen neuartigen hydrometrischen Flügel nach den Angaben von R. Dubs, S. Bitterli und R. Fischer, beschreibt die „E.T.Z." 1923, H. 20 (nach „Schweiz. Bauztg." 1923, Nr. 12). Bei den bisherigen Flügeln mit elektrischem Zählwerk, das nach einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen ein Zeichen gibt, bilden die Kontaktstellen unter Wasser und die zum Betrieb notwendigen Elemente eine unangenehme und nicht selten versagende Beigabe, außerdem ist es nicht oder nur selten und schwer möglich, Unregelmäßigkeiten in der Wasserströmung (Rückströmungen, pulsierende Strömungszustände und dergleichen Störungen) zu erkennen. Der neue Flügel ist nach dem Grundgedanken des elektrischen Drehzahl-Fernzeigers gebaut und enthält in einem torpedoförmigen Körper von nur ca. 70 mm Durchmesser eine kleine Dynamo mit Dauermagneten als Stromerzeuger, welche durch den am Kopfe des Körpers befindlichen Propeller von ca. 140 mm Durchmesser unmittelbar angetrieben wird. Die Welle zwischen Propeller und Dynamo ist im Mittelstück des Körpers in Kugellagern geführt, der rohrförmige Raum zwischen beiden Lagern ist mit Öl gefüllt und hält dadurch etwa vorn beim Eintritt der Propeller in den Körper eindringendes Wasser vom hinteren, die Dynamo enthaltenden, wasserdicht verschraubten Raum ab. Sollten bei großer Wassertiefe dennoch einzelne Wassertropfen längs der nur 1 mm starken Welle u. trotz der Ölabdichtung nach hinten durchdringen, so werden sie in einem dem Dynamolager noch vorgelegten Raum abgefangen und können sich in einem durch eine Schraube entleerbaren Raum im Fuß des Flügelkörpers sammeln.

Die mit einem Dauermagneten in Hufeisenform versehene Dynamo erzeugt eine proportional der Drehzahl des Flügels bzw. des damit gekuppelten Dynamo-Ankers wachsende und von der Drehrichtung abhängige Spannung, welche an einem normalen Drehspulen-Spannungsmesser abgelesen werden kann und zwar ist der Spannungsmesser gleich in Umdrehungen in der Minute oder noch einfacher, unmittelbar in Meter-Wassergeschwindigkeit i. d. Sekunde geeicht, so daß die Wassergeschwindigkeit selbst, ihre Stetigkeit und etwaigen Schwankungen, Rückströmungen und alle Unregelmäßigkeiten am Instrument abgelesen werden können. Die mitgeteilte Eichkurve des von der Firma Trüb, Täuber & Co. in Zürich ausgeführten neuen Flügels ist sehr glatt und gradlinig. Es lassen sich unschwer zwei Meßbereiche anordnen, so daß die Teilung des Anzeige-Instrumentes stets günstig ausgenützt werden kann. Die in der „E. T. Z." beigegebene Abbildung zeigt einen Schnitt durch den Apparat.

Rdl.

Wasserstrassen

Großschiffahrtsweg Basel—Bodensee. Der Krieg und seine Nachwirkungen störte auch den Ausbau dieser Wasserstraße. Erst in neuester Zeit konnten die Arbeiten wieder in stärkerem Umfange aufgenommen werden. So wurde zunächst ein Projektierungsbureau in Freiburg auf Kosten der beiden anliegenden Staaten Schweiz und Baden errichtet, das die Arbeiten zur Regulierung des Rheins zwischen Basel und Breisach ausführt. Die Gesamtwasserwegstrecke Basel—Bodensee ist einer schweizerischen staatlichen Instanz unterstellt. Zwecks Bearbeitung und Projektierung wurde die Gesamtstrecke in 2 Teilstrecken — Basel—Eglisau und Eglisau—Bodensee — zerlegt. Die Bearbeitung der ersteren wurde von

[1]) Zwei deutsche Großkraftquellen: Erster Teil: Der Rhein. Von Civiling. Joh. Hallinger. Huber, Diessen, 1916.
[2]) Z. d. V. d. J. 1921, H. 2, S. 41; E.T.Z. 1922, H. 20, S. 696.

Digitized by Google

der badischen Wasser- und Straßenbauinspektion Karlsruhe übernommen, die der zweiten von einer schweizerischen Gesellschaft. Das eidgenössische hydrometrische Bureau in Bern hat die Abflußregulierung des Bodensees übernommen.

Kurze Nachrichten

Wasserkraftnutzung.

Das Jagstkraftwerk Siglingen (Württbg.) konnte in der letzten Woche vollendet werden. Das Elektrizitätswerk nützt die Flußgefälle der Jagst aus und erzielt eine durchschnittliche Mittelleistung von 400 PS.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 100) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu dem über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 16. September 1923.

17c, 6. H. 90969. Konrad Helmersen, Trondhjem, Norw. Nabenbefestigung. 26. 8. 22. Norwegen 13. 9. 21.

47g, 34. H. 89096. Albert Huguenin und Anton Gagg, Zürich, Schweiz. Drehschieber für Rohrleitungen mit einer im Drehkörper beweglichen und mit Dichtungsflächen versehenen Abschlußplatte. 11. 3. 22. Schweiz 28. 2. 22.

Letzter Tag des Einspruches 19. September 1923.

84a, 3. M. 80788. Arthur H. Müller, Blankenese. Schleusentor oder Wehr mit einem versenkbaren Verschlußkörper. 10. 3. 23.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Wasserstraßen. Die unterirdische Schiffsstraße zwischen Marseille und Berre-See und die Verbindung mit dem Rhône-Kanal. Von Dipl.-Ing. von Stülpnagel, Berlin. „Deutsche Bauzeitung" 1923, Nr. 25/26, S. 121 bis 123, 6 Abb. (Angaben über Entwicklung der bis auf 1794 zurückgehenden Pläne und jetzigen Beschreibung des Bauzustandes.)

Wasserversorgung. Referat über den Stand der Wasserversorgung in Deutschland nach dem Kriege. Von Dir. A. Reich, Königsberg (Pr.). „Ges.-Ing." 1923, Heft 20, S. 191—194. (Allgemeines — Wirtschaftliche Lage der Wasserwerke und Einfluß der Bautätigkeit. — Instandsetzungsarbeiten. — Anlage eines Sammelwerkes. — Zusammenarbeit von Geologen, Hygienikern und Technikern bei der Planung neuer Wasserversorgungsanlagen. — Die hygienische Bedeutung guter Brunnen.)

— Entsandungsanlagen für Wasserkraftwerke. Dr. ing. H. Keller. „Zentralbl. d. Bauverw." 42. 272. (Beschreibung des Verfahrens von Dufour.)

— Die Erhaltung der Pegel in ihrer Höhenlage. R. Seifert. „Zentralbl. d. Bauverw." 42. 345.

Buchbesprechungen

Ueber **Wasserkraftanlagen.** Von Ingenieur Ferdinand Schlotthauer. Verlag R. Oldenbourg, München. Preis: geheftet M. 2.50, gebunden M. 3.—.

Die Broschüre bildet trotz ihres geringen Umfanges eine wertvolle Stütze für den Wasserbauingenieur.

Der Verfasser hat zweckmäßigerweise die Abhandlungen über Wasserkraft- und Wasserversorgungsanlagen voneinander getrennt und in je einem eigenen Buche herausgegeben, so daß auch für Minderbemittelte der Preis des Werkes erschwinglich ist.

Auch diese Auflage bringt wieder eine Reihe von Verbesserungen und Neuerungen und bietet besonders durch sein wertvolles Tabellenmaterial dem Praktiker manch wertvollen Aufschluß.

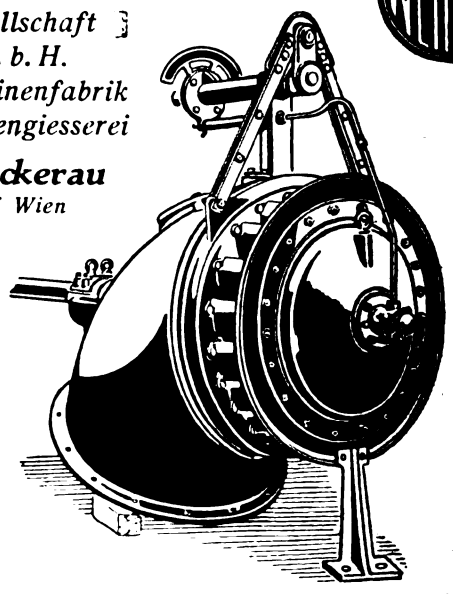
Die in dem Werk enthaltenen praktischen Anleitungen zur Projektierung, Berechnung und Ausführung von Wasserkraftanlagen wird vielen wertvolle Fingerzeige bieten.

Das Buch erscheint bereits in 3. Auflage, ein Beweis, welch reges Interesse ihm aus Fachkreisen entgegengebracht wird.

Handbuch für Eisenbetonbau, Bd. V. Flüssigkeitsbehälter, Röhren, Kanäle. Dritte, neubearbeitete Auflage. Mit 743 Textabbildungen. Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin W. 66. Grundzahl: geh. 16,2, geb. 20,4.

ALBERT SECKSTEIN
Gabelsbergerstr. 55 Telephon 53132
Besteingerichtetes Fachgeschäft für Zeichenbedarf
Zeichen-, Paus-, Detail-, Lichtpaus- und mathem. geteilte Papiere.
Nächst der staatl. Bauschule MÜNCHEN Nächst der techn. Hochschule
061/69

J. WEIPERT und Söhne
Gesellschaft m. b. H.
Maschinenfabrik u. Eisengiesserei
Stockerau bei Wien



TRANSMISSIONEN
WASSERTURBINEN
GIESSEREI Grauguss bis zu 10000 kg Stückgewicht
Roststäbe für alle Feuerungen

Digitized by Google

Die Fülle von neuen Erfahrungen, die bei der großen Zahl und mannigfaltigen Ausführung von Behälterbauten, Kanälen und Rohrleitungen seit der vor 15 Jahren herausgegebenen 2. Auflage gewonnen wurden, führten zu der vorliegenden dritten, erweiterten Auflage, die von bekannten Namen wie Dr. phil. Grün, Dr. ing., Dr. phil. Lewe, Prof. Löser und Stadtbaurat Lorey bearbeitet wurde.

Im 1. Kapitel nimmt der vollkommen neu bearbeitete Abschnitt über die statische Berechnung der Flüssigkeitsbehälter einen breiten Raum ein. Es ist mit Erfolg versucht worden, die neuesten Ergebnisse der Festigkeitsuntersuchungen in leicht verständlicher Form und mit Anwendung auf viele Beispiele auch dem mathematisch nicht so weit vorgeschrittenen Ingenieur klarzulegen.

Der Abschnitt „Ausgeführte Bauwerke" bringt eine zahlreiche Auswahl moderner Ausführungen in den verschiedensten Konstruktionsformen, wobei die beigegebenen, vielen konstruktiven Abbildungen gute Erläuterungen zum beschreibenden Text geben.

Das 2. Kapitel behandelt „Röhrenförmige Leitungen offene Kanäle, Aquadukte und Kanalbrücken" in erschöpfender Weise, wobei auch hier besonderes Interesse die Beschreibung neuerer ausgeführter Anlagen und der Abschnitt über Herstellung und Verlegen von Röhren und Rohrleitungen auslösen wird.

Zusammenfassend kann das Werk nach Inhalt und in der Form wieder als recht gut bezeichnet werden. Kr.

Mattern, **„Die Wasserstraßen, Häfen und Landeskulturarbeiten in Wirtschaft und Verkehr"**; Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig 1922 (Grundpreis geb. 33 M.).

Der Verfasser, der in der technischen Literatur durch seine Arbeiten auf dem Gebiete des Wasserbaues und der Wasserwirtschaft wohl bekannt ist, übergibt mit diesem Buche seinen Fachgenossen ein neues, umfassendes und bedeutendes Werk. In 4 großen Kapiteln werden alle Fragen, die mit Wasserstraßen, Häfen und Landeskultur zusammenhängen, behandelt.

Als erstes wird die Wasserwirtschaft in geschichtlicher Entwicklung dargestellt; es folgen Ausführungen über Wasserwirtschaftspolitik, über den Einfluß des Versailler Friedens und der Reichsverfassung auf die Wasserwirtschaft und eine Festlegung von deren Aufgaben und Zielen. Das 2. Kapitel bringt die Binnenwasserstraßen. Alle Zusammenhänge zwischen Wasserstraße, Land- und Forstwirtschaft, Wasserkraftnutzung, Eisenbahnen und Landesverteidigung werden besprochen und dann noch dargestellt, wie die Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit der Wasserstraßen durchzuführen sind. Eine Reihe von Beispielen führt in das Gebiet der Voruntersuchungen, Verkehrsermittlung und Ertragsberechnung bei Binnenwasserstraßen ein. In einem 3. Kapitel werden die Häfen und Seewasserstraßen behandelt. Wir hören hier über die Seehäfen, über die Seeschiffahrtsstrassen, über Binnenhäfen, Hafenpolitik des Staates und der Städte und es werden Untersuchungen angestellt über den Ertrag von Häfen. Mit einem 4. Kapitel über Landeskulturarbeiten schließt das Buch ab; es werden hier die Beziehungen der Wasserwirtschaft zu Land- und Forstwirtschaft und Schiffahrt dargelegt und die 2 Hauptgruppen der Landeskulturarbeiten der Schadenabwehr und Nutzung der Gewässer eingehend behandelt.

Das Buch ist umfangreich und breit angelegt und es gibt wohl kein Problem der Wasserwirtschaft, das nicht mindestens berührt wäre. Eine große Anzahl von ausgeführten Werken und Projekten ist an Hand von übersichtlichen Plänchen besprochen und damit ein lebendiger Zusammenhang zwischen Theorie und Wirklichkeit geschaffen. Das

Zur Leipziger Messe: Haus der Elektrotechnik, Stand Nr. 79.

Digitized by Google

Technische tritt jedoch in all den Ausführungen zurück gegenüber den wirtschaftlichen Erwägungen, und das ist es, was diesem Buche sein besonderes Gepräge gibt. Es ist ein überaus anerkennenswertes Verdienst Matterns, wenn er als Ingenieur es unternimmt, die Beziehungen seines Fachgebietes, des Wasserbaues, zur Volkswirtschaft klarzulegen und weiteste Kreise seiner Fachgenossen, die seit langem bestrebt sind, ihr eigenes Gebiet nach der wirtschaftlichen Seite hin auszubauen und zu erweitern, werden ihm hierfür Dank wissen. Gerade heutzutage, wo die Wasserwirtschaft nach einem unglücklichen Kriege im Rahmen unserer deutschen Volkswirtschaft wieder mehr in den Vordergrund tritt, ist ein Buch wie das vorliegende ein wertvoller Beitrag unserer technisch wirtschaftlichen Literatur und es kann allen, die mit diesen Fragen zu tun haben, seien es nun Ingenieure, Verwaltungsbeamte oder Vertreter der privaten und staatlichen Wirtschaft auf das Beste empfohlen werden. Dantscher.

„Hütte", Band I (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin), das bekannte Taschenbuch des Ingenieurs, ist in 24. Auflage neu erschienen. Die vielen Freunde dieses Werkes werden es sehr begrüßen, daß die „Hütte" nicht mehr als geschlossenes Werk, sondern in allen drei Bänden getrennt, käuflich zu erwerben ist.

Der I. Band, dem die Bände II und III bald folgen werden, weist fast in allen dem Fortschritt und der Entwicklung unterworfenen Abschnitten so wichtige Ergänzungen und Verbesserungen auf, daß die Anerkennung bei den Fachkreisen sicher nicht ausbleiben wird.

In der Hauptsache beziehen sich diese Änderungen auf folgende Gebiete:

Der Abschnitt „Mathematik" erfuhr durch eine erheblich erweiterte Neubearbeitung der Vektorrechnung einige Ergänzung. Die Mechanik starrer Körper wurde vollständig neu bearbeitet. Überall wurde wegen der dadurch erreichten größeren Schärfe und Kürze die vektorielle Fassung gewählt, daneben aber auch die ältere, mehr elementare, in technischen Kreisen noch geläufigere Darstellungsart beibehalten. Der größte Wert wurde auf eine übersichtliche Anordnung des Stoffes gelegt: Zunächst Zusammenstellung aller Grundbegriffe, danach der Grundgesetze und dann in üblicher Einteilung die reine Bewegungslehre, ferner die Statik und die Dynamik. Auch die übrigen Kapitel der Mechanik, die Mechanik der flüssigen und luftförmigen Körper, sind erheblich erweitert worden.

Die Abschnitte „Wärme" und „Festigkeitslehre" weisen gleichfalls wesentliche Verbesserungen auf. Im Abschnitt „Wärme" wurde vor allem das wichtige Kapitel über die Verbrennung ausgestaltet und in die „Festigkeitslehre" das Kapitel „Durch Fliehkräfte beanspruchte Körper" neu aufgenommen.

Ganz allgemein wurde die Stoffkunde verbessert; die darin enthaltenen Kapitel „Schmiermittel" sowie „Treibriemen und Förderbänder" sind ihrer Bedeutung gemäß neu bearbeitet und bedeutend erweitert worden.

Von Grund auf neu bearbeitet wurde der Abschnitt über Maschinenteile und eine große Zahl neuer Abbildungen eingefügt.

Die vorstehend aufgeführten Verbesserungen haben gegenüber der vorhergehenden Auflage eine Vermehrung um 244 Seiten, also eine beträchtliche Umfangsvergrößerung zur Folge gehabt.

Alles in allem zeigt diese Auflage von neuem den Wert der „Hütte". Sie wird sich zu ihrem großen Verehrerkreis viele neue Freunde erwerben.

Geschäftliches

Reichsmündelsichere Neckar-Goldanleihe, zweite Ausgabe von 1923. Die Neckar-Aktien-Gesellschaft gab im Mai 1923 unter Haftung des Reiches und der Länder Württem-

Elektromotor München
G. m. b. H.

Lagerliste ab 13. August 1923:

I. Neue Drehstrom-Motore mit Kurzschluß-Anker und Kupferwicklung ohne Sterndreieck-Schalter.

St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat
1	1,1	220/380	1450	Ziehl-Abegg	1	2,04	220/380	950	Bergmann
1	1,8	220/380	1450	Pöge	1	2,04	380/660	950	„
2	2	120/210	1450	„	2	3	220/380	1450	BEW Neumarkt
2	2	220/380	1450	Ziehl-Abegg					

II. Neue Drehstrom-Motore mit Schleifring-Anker und Kupferwicklung mit Anlasser.

1	2,04	220/380	1450	Bergmann	2	7,5	220/380	1450	Ziehl-Abegg BAV
1	3	120/210	1450	Pöge	1	10	220/380	1450	Atlas ohne BAV
1	3,06	220/380	1450	Bergmann	1	10	120/210	1450	Pöge BAV
2	4	120/210	1450	Pöge	1	10	220/380	1450	Ziehl-Abegg „
2	4,08	220/380	1450	Bergmann	1	12,5	115/200	1450	Pöge „
2	5	120/210	1450	Pöge	1	12,5	220/380	1450	Ziehl-Abegg „
1	6,1	220/380	1450	Heidenau	1	15	220/380	1450	BEW Neumarkt „
1	6,12	220/380	1450	Bergmann	1	15	220/380	1450	Heidenau „
2	6	120/210	1450	Pöge BAV	1	15	220/380	750	Maffei-Schw. „
1	7,5	120/210	1450	„ „					

Preise auf Anfrage. — Zwischenverkauf vorbehalten.

ELEKTROMOTOR MÜNCHEN G.M.B.H.
Lindwurmstr. 70 a **Telefon Nr. 73671**

Digitized by Google

berg, Baden und Hessen eine 5prozentige Neckar-Goldanleihe aus. Hiervon wurde im Mai ein Teilbetrag zur Zeichnung aufgelegt. Ein weiterer Betrag in Höhe einer Million Goldmark gelangt nunmehr durch dieselbe Bankgemeinschaft unter Führung der Württembergischen Vereinsbank zum freihändigen Verkauf. Der Verkaufspreis ist auf 103 Prozent frei von Stückzinsen festgestzt.

Kraftwerk Laufenburg (Schweiz). Aus dem Jahresbericht für das Geschäftsjahr 1922 ist zu entnehmen, daß der gute Wasserstand des Jahres 1922 es ermöglichte, die Energieproduktion gegenüber 1921 noch weiter zu steigern. Es wurden 313 961 754 KWSt verkauft. Ebenso stiegen die Einnahmen aus dem Stromverkauf. Den fortwährend steigenden Kosten konnten die Preise, die durch einen langfristigen Schweizer Stromlieferungsvertrag gebunden waren, nicht angepaßt werden, weshalb das Unternehmen noch keine befriedigende Rente abwirft. Der Reingewinn stellt sich auf 977 493 Fr. (i. V. 591 232 Fr.), woraus eine Dividende von 6 Prozent auf die Vorzugsaktien (wie i. V.) und von 4 Prozent auf die Stammaktien (i. V. 0 Proz.) zur Verteilung kommen. Unter den Aktiven erscheinen die elektrischen Anlagen mit 30,34 Mill. (30,14), die Stromverteilungsanlagen mit 6,31 (5,81) Millionen und die Beteiligungen mit 2,26 (2,27) Mill. Fr.

Wien. Die Wasserkraftaktiengesellschaft hielt ihre erste ordentliche Generalversammlung unter dem Vorsitz des Präsidenten Reumann ab. Die Bilanz für 1922 mit einem Reingewinn von 197 533 117 Kr. wurde genehmigt, und es wurde beschlossen, dem ordentlichen Reservefonds 9 876 650 Kr. zu überweisen und eine Dividende von 50 Prozent (100 Mill. Kr. auf das Aktienkapital) zu verteilen. 50 Mill. Kr. wurden einem außerordentlichen Reservefonds, 10 Mill. Kr. einem Unterstützungsfonds zugewiesen und der Rest von 9 890 815 Kr. wird auf neue Rechnung vorgetragen.

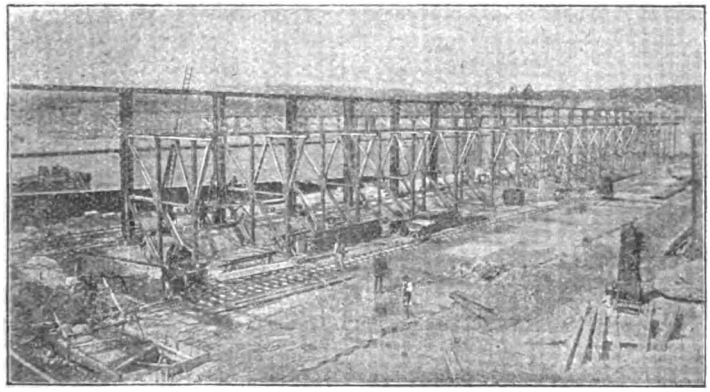
70/191

Kölsch-Fölzer-Werke
Aktiengesellschaft **Siegen i. Westf.**

Genietete Druckrohre jeder Grösse und Stärke für Wasserkraftanlagen

Dükerrohre, Schleusentore. Lieferung, Montage

223



Gießereien, Eisenkonstruktionswerk und Maschinen-Fabrik

F. S. KUSTERMANN
G. m. b. H. **MÜNCHEN**
Rosenheimerstraße 120

Schleusen, Torschleusen, Rechen, Wehranlagen
bis zu den größten Abmessungen.

Digitized by Google

Hochwasserdamm-Arbeiten Hö.hstädt a. D.

Friedrich Zink

Bauunternehmung

München, Neuhauserstraße 11/III

Projektierung und Ausführung von

Wasserkraft-Anlagen

Ausnützung und Finanzierung kompletter Anlagen

Beton- u. Eisenbetonbauten

Baggerarbeiten aller Arten.

Buderus'sche Eisenwerke Wetzlar

Eisenstein- u. Kohlenbergbau, Hochofen, Eisen- u. Stahlgiessereien, Zementwerk, Überlandzentrale.

Gusseiserne Muffen- u. Flanschen-Röhren von 40-1500 l.W. Formstücke für Gas u. Wasser.

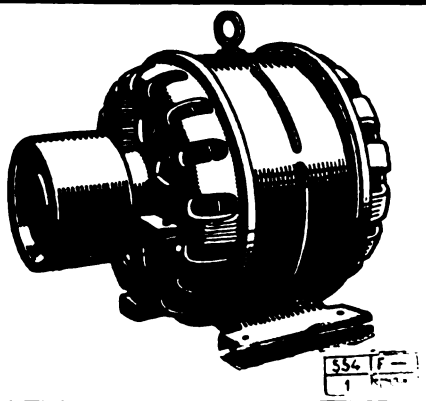
Gusseiserne Abfluß-Röhren u. Verbdgs. Stcke. Maschinen- u. Bergwerks-Guss aller Art.

Für Zentralheizungen: Buderus-Lollar: Heizkessel, Radiatoren, Formstücke.

Sämtliche Gegenstände für: Strassen- u. Hausentwässerung, Feinrechen- u. Kläranlagen.

Gusseiserne porzellan-emaillierte Badewannen, Wasch-, Spül- u. Ausgußbecken, Zubehör der Wasserleitungsbranche. Wandbrunnen - Zimmeröfen.

Portland- u. Eisenportland-Zement.



SCHORCH

Dynamos, Motoren, Transformatoren, Umformer

Bau elektrischer Kraftwerke:

SCHORCHWERK G. m. b. H., MÜNCHEN

Vertreter in der Ausstellung des Deutschen Industrie-Verbandes München Halle 13.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 17/18 **München, 15. September 1923** **18. Jahrgang**

DIE Wasserkrafttechnik ist heute kein selbständiges Gebiet mehr, das sich aus Gewässerkunde, Wasser- und Tiefbau und Wasserkraftmaschinenbau zusammensetzt, sondern sie ist durch die Übertragungs- und Ausnützungsmöglichkeit, welche die Elektrotechnik schaffte und stetig erweitert, an Ausdehnungsmöglichkeit gewachsen und ist zur Ausdehnung gezwungen worden durch die steigende Notwendigkeit, die sich stets durch Abbau verringernden und mit hohen Gewinnungs- und Heranschaffungskosten belasteten Träger der Wärme-Energie (Kohlen, Öle, Holz) in weitestem Maß zu ersetzen. Die letztgenannten Energieträger müssen gewonnen und meist erst zur Gebrauchsstelle unter Aufwand von Arbeit und von der zum Transport nötigen Energie hinbefördert werden; Arbeit — sowohl bei der Gewinnung wie beim Transport — steigt im Preis und damit steigt der Preis oder vielmehr der absolute Wert dieser Energieträger und der aus ihnen in andere Gebrauchsform übergeführten Energie ständig.

Demgegenüber wird das Wasser kostenlos durch die Sonnenenergie stets wieder nach Gebrauch zurücktransportiert, verursacht also keine laufenden Förderungskosten und belastet die ihm entzogene und anderweitigem Gebrauch zugeführte Energie außer mit der Verzinsung und Tilgung der für die Energie-, Umsetzungs- und Fortleitungsanlagen aufgewendeten Kosten nur mit geringen veränderlichen Betriebskosten (Löhnen und Material), welche im Vergleich mit den allein zur Gewinnung und Zufuhr der anderen Energieträger aufzuwendenden Löhnen verschwindend sind.[1])

Dieser Aufschwung in der Ausnutzung der Wasser-Energie ließ die Wasserkrafttechnik und ihre Auswirkung als Wasserkraftwirtschaft mehr und mehr einerseits abhängig werden von vielen Hilfswissenschaften, andererseits ordnete er ihr andere Gebiete unter, so daß heute die Wasserkraftwirtschaft für sich allein undenkbar ist ohne Zusammenwirken mit der Wärmekraftwirtschaft und der Energiewirtschaft, andererseits die Wasserkrafttechnik zusammenarbeiten muß — genau wie Turbine und Generator gekuppelt sind zu einer Einheit — mit der Elektrotechnik und Eisenbahntechnik. Dazu ist Bedingung die Beherrschung aller in einander hinein verlaufenden Grenzgebiete der Technik und Wirtschaft.

Dem muß auch eine Fachschrift, deren Zweck die Verbindung zwischen Theorie und Praxis, zwischen Erzeuger und Verbraucher ist, sich anschließen. Mehr noch wenn möglich wie bisher soll hier der ganze Kreis aller für die Wasserkraftausnutzung und für die Verarbeitung der gewonnenen Energie in Betracht kommenden wirtschaftlichen und technischen Fragen umfaßt werden und wir hoffen, hierin das Interesse wie die Unterstützung unserer Leser und Mitarbeiter zu finden.

Der Charakter der Wasserkrafttechnik, ihre Abhängigkeit von anderen Gebieten und ihr Einfluß auf andere Gebiete der angewandten Technik und Wirtschaft erfordert ein Eingehen auf die angrenzenden Gebiete und Unterrichtetsein über sie für den Wasserkraftfachmann ebenso wie für den Energiebenützer. Damit ist auch die Elektrotechnik, soweit sie den Gebrauch der Wasser-Energie vermitteln hilft, sind alle wirtschaftlichen Fragen, die dem Urteil, welche Energieträger und wie sie am besten auszunützen sind, in den Kreis unserer Betrachtung gezogen.

Hoffen wir diesen durch die Zeit gewachsenen Forderungen gerecht werden und auch für unseren Teil der deutschen Technik und dem deutschen Energiehaushalt dienen zu können.

[1]) Wenn wir hier von Preisen und der Veränderlichkeit von Kosten sprechen, so verstehen wir hierunter nicht Papiermarkbeträge, sondern eine feste Basis, etwa Goldmark oder Dollars.

Digitized by Google

Verbundarbeit von Elektrizitätswerken*)

Von Zivilingenieur Dr. Josef Ornig, Graz.

Das Ziel der neuzeitlichen Energiewirtschaft liegt in der Zusammenarbeit (Verbund-, Parallel-) verschiedenartiger Elektrizitätswerke in ein gemeinsames Verteilungsnetz, wodurch eine bessere Ausnützung[1]) der Kraftwerke und damit eine erhöhte Wirtschaftlichkeit erzielt werden kann. So brachte z. B. in der Schweiz der in stetem Zunehmen befindliche, aber noch keineswegs abgeschlossene Übergang von der Elektrizitätseinzel- zur Verbundwirtschaft[2]) in den letzten Jahren eine Steigerung der Kraftwerksausnützung von 40% bis auf 70%, in Einzelfällen (z. B. Beznau-Löntsch) sogar bis über 90% mit sich.

Es soll die Frage geprüft werden, welchen Anteil die einzelnen Kraftwerke an der Deckung des Bedarfes übernehmen sollen und welches von den Kraftwerken in die Grund- oder Mittelbelastung bzw. in die Spitzen arbeiten soll. Die Aufgabe liegt in der zweckmäßigen Auswertung der besonderen Eigenschaften aller zur Verfügung stehenden Kraftquellen (Niederdruck-, Hochdruckwasserkräfte in Verbindung mit Speicheranlagen und Dampfwerken); deren Auswahl, Ausbaugröße und Betriebsart (Benutzungsdauer) soll derart geregelt werden, daß die Anlage- und Betriebskosten ein Mindestmaß erreichen. Es muß daher das Bestreben sein, „nicht speicherfähige" d. i. „wasserverschwendende" Werke, auch „Laufwerke' genannt, möglichst gleichmäßig auszunützen und für die Tag und Nacht anhaltende Grundbelastung zu verwenden, und umgekehrt, „speicherfähige", d. i. „wassersparende" zur Deckung der kürzer andauernden Belastungsspitzen heranzuziehen. Niederdruckanlagen werden im allgemeinen „Grundwerke", und Hochdruckanlagen, bei welchen eine Anpassung an Belastungsschwankungen von Natur aus leichter zu erreichen ist, „Spitzenwerke" sein.

Außer der Notwendigkeit einer Anpassung der Energieerzeugung an die tagweisen Belastungsschwankungen kommt noch die Energieaushilfe zu Zeiten verminderter Wasserführung in Frage. Diese Verhältnisse liegen in den Alpen infolge Zusammenfallens der Niederwasserperiode mit dem erhöhten Winterenergiebedarf besonders ungünstig. Es ergibt sich einerseits die Notwendigkeit, den Ausfall aus Jahresspeicher- oder Dampfwerken zu decken, anderseits muß, da diese Maßnahmen selten ausreichen, infolge des wirtschaftlich berechtigten, hohen Ausbaues nichtspeicherfähiger Anlagen, im Sommer mit Überschuß- (unständiger) Energie gerechnet werden. Auch hier gilt es, das wirtschaftlich richtige Verhältnis zu bestimmen.

Solange nur zwei Kraftwerke in ein gemeinsames Netz arbeiten, wird die Entscheidung über deren Rollenverteilung innerhalb der Belastungsfläche, sowie die Bemessung der wirtschaftlichsten Ausbaugrößen unschwer zu entscheiden sein. Die Schwierigkeiten und verschiedenen Möglichkeiten der Zusammenarbeit aber wachsen bedeutend mit der Zahl der angeschlossenen Kraftwerke. Ohne Verkennung der Abhängigkeit solcher Entscheidungen von den Bedingungen des Einzelfalles wird im Nachstehenden der Versuch gemacht, über die Auswahl der Kraftwerksarten (Hochdruck-, Niederdruck-, Dampf-), sowie deren zweckmäßige Ausgestaltung und Verwendung als Speicher-, Spitzen- oder Laufwerken nähere Grundlagen zu entwickeln.

Zunächst soll eine Definition der oft fälschlich gebrauchten Begriffe Speicher- (Ausgleich-) und Spitzenwerke und ihrer Anwendung auf Wasserkraft- und Dampfanlagen vorausgeschickt werden. Vom Standpunkt der Belastung haben wir bei Wasserkraftanlagen zwei Arten von Speicherung auseinanderzuhalten:

1. Ausgesprochene Ausgleichs-(Jahres-)speicher. Diese erfüllen die Aufgabe, größere Schwankungen in der Wasserführung auszugleichen, sie verlangen große, hochgelegene Stauräume[3]).

2. Eigentliche „Spitzenweiher", welche nur eine Anpassung des Wasserverbrauches an die täglich auftretenden Schwankungen der Belastung bezwecken; ihr Erfordernis an Inhalt ist verhältnismäßig klein. Nur für die hieher gehörigen Anlagen ist der Ausdruck „Spitzenwerke" berechtigt. Da diese nur wenige Stunden am Tage in Betrieb sind, müssen sie außer dem Tagesausgleichsbecken über eine hohe Ausbaugröße[4]) $\left(\frac{W_{max}}{W_m}\right)$ d. i. eine über die Mittelleistung hinausgehende Installation verfügen. (W_{max} = Werkhöchstleistung: W_m = Werksmittelleistung; N_{max} = Netzhöchstleistung; N_m = Netzmittelleistung).

Speicherwerke nach 1. sind von vornherein auch „spitzenfähig", da schon die Wochenspeicherung die Tagesspeicherung in sich schließt, soferne nur die jeweilige Ausbaugröße größer als 1 ist ($W_{max} > W_m$). Die gebräuchliche Gleichsetzung des Ausdruckes „Spitzenwerke" für alle speicherfähigen Hochdruckanlagen ist aber falsch. Es kann z. B. auch ein Niederdruckwerk bei Winterniederwasser als Spitzenwerk verwendet werden (s. u.); umgekehrt kann eine Hochdruckanlage mit Jahresspeicher gerade zur Zeit ihrer Höchstinanspruchnahme im Winter die Spitzenfähigkeit einbüßen und als Laufkraftwerk (d. i. 24stündig) arbeiten.

Die Pumpspeicherung verleiht Laufkraftwerken die Spitzen- und Speicherfähigkeit; sie ist auch energiewirtschaftlich ähnlich zu werten.

Eine besondere Stellung nehmen „Wärmekraftwerke" ein, da bei diesen die zeitliche Verarbeitung der Betriebsstoffe theoretisch unbehindert ist; wir können sie in unserem Sinne als unbegrenzt „speicherfähig" bezeichnen. Dem sind allerdings bei Dampfkraftwerken, die bei der heutigen Wirtschaftslage für Deutschland und Österreich von den Wärmekraftwerken vor allem in Frage kommen, aus wirtschaftlichen Gründen Grenzen gesetzt; denn die Produktionsbedingungen und Absatzverhältnisse der Kohlenindustrie fordern eine auf das Jahr möglichst gleichmäßig verteilte Abnahme, ebenso wirkt eine Lagerung auf Vorrat verteuernd und ist nur beschränkt möglich (Briquettierung)[5]).

Die „Spitzenfähigkeit" von Wärmekraftwerken ist nur eine Frage der Installationsgröße. Im Spitzenbetrieb sind aber Dampfwerke ungünstiger daran, da das wiederholte Anheizen und der Mehrverbrauch an Brennstoff bei kurzer Benutzungsdauer die Betriebskosten erhöhen[6]). Zusammenfassend werden daher Dampfwerke in der Energiewirtschaft der Alpenländer hauptsächlich im Winter als Grundwerke verwendet werden, wobei mit verhältnismäßig kleinen Installationsgrößen die Lieferung bedeutender Energiemengen erzielt werden kann; besonders in trockenen Jahren wird dies durch deren rechtzeitige Mitarbeit erreicht werden können. Vom Gesichtspunkt der Zusammenarbeit in Überlandnetzen können Dampfwerke am ehesten den Wasserkraftanlagen mit Jahresspeichern verglichen werden. Für Spitzendeckung kommen nur ausnahmsweise schon bestehende Dampfwerke,

*) Abgeschlossen August 1922, wegen Raummangel bisher zurückgestellt. Ein weiterer Aufsatz desselben Verfassers über „Belastungsverhältnisse in einem Überlandnetz" erscheint in einer der nächsten Nummern.

[1]) Die allgemeinen Vorteile des Verbundbetriebes: Ausgleich der Unregelmäßigkeiten der Wasserführung und der Belastungsschwankungen, Ermäßigung der Lastspitzen, gegenseitige Aushilfe der Kraftwerke bei Störungen (Hochwasser, Eisgang. Maschinenbruch), Ersparnis an Reserveinstallation, Verbilligung des Betriebes infolge Vereinheitlichung der Betriebsführung seien nur nebenbei erwähnt.

[2]) durch die sogenannte „eidgenössische Sammelschiene".

[3]) S. Wasserkraft 1922 Heft 19 pag. 365. Ornig: Gruppenspeicher in den Alpen.

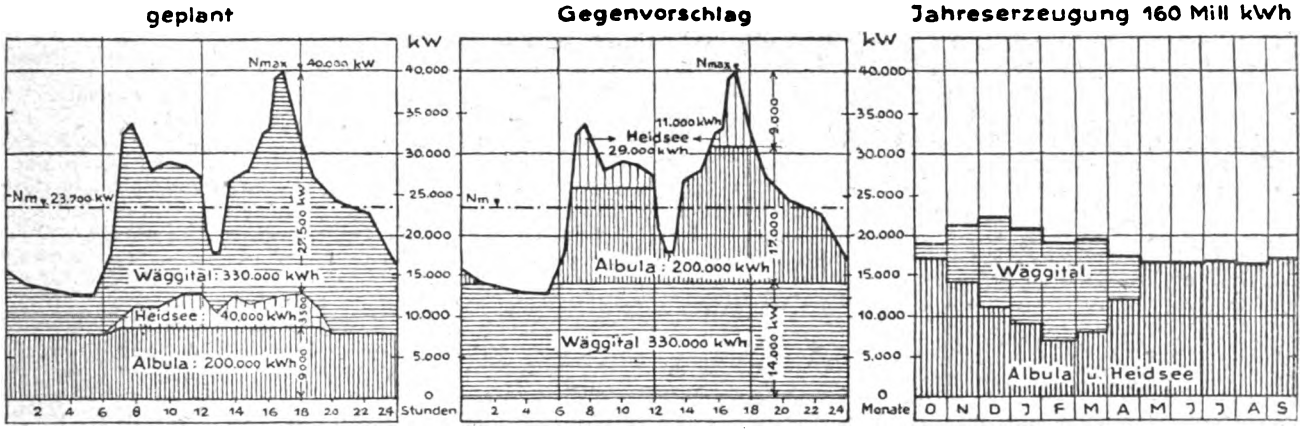
[4]) S. Wasserkraft 1922. Ornig: Belastungsverhältnisse in einem Überlandnetz.

[5]) Im Alpengebiet fällt die Inanspruchnahme der Dampfwerke ungünstig gerade in den Winter, d. i. in die Zeit des Heizstoffhöchstbedarfes; ein leichterer Ausgleich ergibt sich in den Gebieten nördlich der Alpen, wo meist eine Sommeraushilfe durch Dampfwerke in Frage kommt.

[6]) Erst durch die Ruthsspeicher ist eine Verwendung von Dampfkraftwerken für schwankenden Energiebedarf wirtschaftlich geworden.

Digitized by Google

Energieerzeugung der Stadt Zürich im Jahre 1930.
1 Wintertag (Dez.)



welche in den Verbrauchsknoten liegen, in Betracht, und zwar nur dann, wenn eine Spitzendeckung aus Wasserkraftwerken nicht in Frage kommt.[7])

Nunmehr soll die zweckmäßigste Deckung der Belastung erörtert werden, wobei zuerst nur die Arbeit (kWh), also die mittleren Leistungen *(Nm, Wm)* und erst später die Belastungsschwankungen (kW: *Nmax, Wmax*) gegenüber diesen Mittelwerten berücksichtigt werden. Eine folgerichtige Auseinanderhaltung beider Fragen ist natürlich wegen deren wechselseitigem Zusammenhang unmöglich. Es fragt sich nun um das richtige Stärkeverhältnis zwischen speicherfähigen[8]) und nichtspeicherfähigen Werken. Da letztere (vor allem Niederdruckwerke) in bezug auf die Mittelleistung meist billiger kommen und den Verbrauchsstellen näher liegen, also lange und teure Fernleitungen ersparen, so ist das Bestreben gerechtfertigt, deren Anteil möglichst hoch zu halten. Damit wächst aber einerseits die Notwendigkeit des Winterersatzes aus Jahresspeicherwerken u. Dampfwerken, anderseits die schlecht oder gar nicht verwertbare Überschußenergie im Sommer, so daß in jedem Fall ein günstigstes Verhältnis zwischen diesen beiden Gruppen gefunden werden kann. Bei der hiebei notwendigen Vergleichsrechnung wird man vorteilhaft vom Winter ausgehen und daran festhalten, daß die aus allen Speichern der Wasserkraftwerke sowie aus den Wärmekraftwerken erzielbare Energie die Lücke zwischen der mittleren Darbietung sämtlicher Wasserkraftanlagen entsprechend ihrer natürlichen Wasserführung und dem mittleren Bedarf des Netzes auszufüllen vermag. Dies hat zur Voraussetzung, daß im Winter durch Bereitstellung genügend großer Installationen und Speicherbecken, sowie durch eine zweckmäßige Betriebsführung keine Abfallenergie verloren geht (s. u.). Da bei nicht speicherfähigen Kraftwerken die Winterarbeit von der Natur begrenzt ist, so wird die Entscheidung darüber, ob zur Deckung von hinzukommenden Bedarfssteigerungen ein weiteres Niederdruckwerk, ein Jahresspeicher oder ein Dampfwerk zu erbauen ist, von den Kosten des Winterstromes aus diesen Anlagen abhängen. Es kann daher für diesen Zweck ein Speicher- oder Dampfwerk selbst bei verhältnismäßig hohen Betriebskosten wettbewerbsfähig sein, da von dem im Vergleich stehenden Niederdruckwerk nur der auf den Winter entfallende Teil der Energie vollwertig verkäuflich ist.

Die Deckung des Energiebedarfes im Sommer hat wegen der erhöhten Sommerwasserführung im ganzen Alpengebiet keine Schwierigkeit. Wenn einmal mehrere Niederdruckwerke in ein Netz arbeiten, so kann durch deren entsprechend hohen Ausbau dem Verbrauch unschwer entsprochen werden. In den meisten Fällen wird sogar bei nicht zu knapp bemessenem Ausbau Überschußenergie[9]) (sogenannte „unständige") vorhanden sein. In diesen Zusammenhang gehört die Frage, wie hoch der Ausbau von Niederdruckwerken überhaupt berechtigt ist. Ganz allgemein läßt sich diese Entscheidung nicht treffen, auch ist die gebräuchliche Zugrundelegung einer bestimmten Dauerwassermenge innerlich nicht berechtigt; man wird vielmehr in jedem Falle prüfen müssen: 1. wie weit der sich mit dem Ausbau vergrößernde Leistungsrückgang im Winter durch Speicher- oder Dampfwerke gedeckt werden kann und 2. wie weit eine Verwertung von unständiger Sommerenergie möglich ist. Hiebei wird man jedenfalls den Sommerausbau über den „augenblicklichen" Bedarf bemessen.

Zusammenfassend wird jene Auswahl und Ausbaugröße der Werke die richtige sein, bei welcher der Mischstrom aus allen Anlagen am billigsten kommt. Die Entwicklung wird voraussichtlich so vor sich gehen, daß zuerst billige, günstig gelegene Niederdruckanlagen[10]) im Verbund mit mindestens einem nicht zu sehr abgelegenen, spitzenfähigen Hochdruckwerk zur Erbauung gelangen. Mit der Steigerung des Bedarfes wird der zuerst im Winter fühlbar werdende Energiemangel durch Zubau von Jahresspeicher- oder Wärmekraftwerken gedeckt werden; damit wird zugleich eine bessere Auswertung der Sommerenergie Hand in Hand gehen. In der Praxis kann natürlich die Rücksichtnahme auf schon bestehende Verhältnisse eine sinngemäße Abänderung dieser Grundsätze bedingen.

Nach getroffener grundsätzlicher Auswahl der Kraftwerke rücksichtlich der Deckung des innerhalb des Jahres beanspruchten mittleren Bedarfes fragt es sich weiters, unter welchen Gesichtspunkten die Einreihung der Kraftwerke in der Tageslastfläche zu erfolgen hat, d. h. welches von den Werken als Spitzen-, Mittel- bzw. Grundwerk verwendet werden soll. Die Entscheidung darüber ist fallweise nach der Jahreszeit zu treffen, wobei es sich herausstellen kann, daß ein Werk im Winter zweckmäßig als Laufkraft- und im Sommer als Spitzenwerk arbeitet und umgekehrt.

Spitzenstrom ist teurer als Grundstrom; die Mehrkosten hängen von den Aufwendungen ab, mit welchen die Spitzenfähigkeit einer Anlage jeweils erreicht wird. Zu dieser Beurteilung sind vor allem folgende Bedingungen maßgebend:

1. Die Ausbaugröße (d. i. eine über die Mittelleistung hinausgehende Installation) ($W_{max} > W_m$);

[7]) Unter den Preisverhältnissen der Vorkriegszeit wäre allerdings der Dieselmotor zur ausgesprochenen Spitzendeckung besonders geeignet.
[8]) Im Sinne Pkt. 1) oben, also nicht „spitzenfähig".
[9]) Zur Unterscheidung wollen wir unter „Abfallenergie" jene verstehen, welche infolge Mangel an Spitzenfähigkeit bei Rückgang des übernommenen Belastungsanteiles entsteht; und unter „Überschussenergie" jene, welche bei erhöhter Wasserführung nach restloser Deckung des normalen Eigenbedarfes noch vorrätig ist.
[10]) Mehrstufenwerke (Tandem) mit möglichst zusammengefaßten Gefällsstufen.

Digitized by Google

2. der zum Tagesausgleich erforderliche Beckeninhalt;
3. der Wirkungsgrad der Energieerzeugung in Abhängigkeit von der Benützungsdauer;
4. die Entfernung der Erzeugungs- von der Hauptverbrauchsstelle.

Je einfacher und billiger bei einem Kraftwerk die genannten vier Forderungen zu erreichen sind, desto besser wird es sich zur Spitzendeckung eignen.

Die unter 1. genannte Vergrößerung des Ausbaues gegenüber der mittleren Leistung bedingt wieder

a) eine Vergrößerung der Wasserzu- und -abführung; je kürzer diese ist, desto billiger ist ihre erhöhte Fortleitungsfähigkeit zu erreichen. Staubeckenkraftwerke ohne Wasserumleitung (z. B. Eglisau, Mühleberg, Augst-Wyhlen, Laufenburg, Faal) schneiden am günstigsten ab[11]), desgl. Hochdruckwerke, deren Stollenquerschnitt aus Gründen der Bauausführung (Minimalstollen) größer ist, als dies die Wasserführung erfordert. Geschlossene Rohrleitungen (Druckstollen), bei welchen die Querschnitte bei wechselnden Füllungen besser ausgenützt werden, sind offenen Leitungen (Kanäle, Freispiegelstollen) vorzuziehen. Die Anlage eines Spitzenweihers in möglichster Nähe des Krafthauses enthebt die vor diesem gelegene Wasserzuführung von der Notwendigkeit einer Erhöhung des Ausbaues;

b) eine Vergrößerung der Maschineninstallation. Damit hängen die Kosten für den Unterbau und Hochbau der Krafthäuser, der Turbinen und Generatoren zusammen. Hochdruckanlagen sind wegen des einfacheren Unterbaues, geringeren Platzbedarfes, der größeren Umdrehungszahl der Hochdruckturbinen im Vorteil.

Sobald bei einem Kraftwerk die erzeugbare Energiemenge verhältnismäßig gering und die zugleich zur Verfügung stehende Installation groß ist, d. h. sobald wenig Kilowattstunden, aber viele Kilowatt[12]) vorrätig sind, ist das Erfordernis des Punkt 1. für die Spitzenfähigkeit von selbst gegeben.

Zu 2. Der zum Tagesausgleich erforderliche Beckeninhalt ist bei den hydrologischen und orographischen Verhältnissen der Alpen für Hochdruckanlagen unschwer zu erreichen (1); deshalb wird die druckfeste Ausführung der Wasserzuleitung zwischen Tagesausgleichsbecken und Krafthaus bei modernen Hochdruckwerken fast zur Regel.

Es wird noch gezeigt werden, daß sogar für Niederdruckanlagen zu Zeiten geringer Wasserführung eine Verwendung als Spitzenwerke anzustreben ist. Der Stauraum ober dem Wehr und die Kanalhaltung kann mit zum Tagesausgleich herangezogen werden; wenn dies nicht ausreicht, so kommt der Bau von Spitzenweihern in möglichster Nähe des Krafthauses in Frage.

Zu 3. Wir haben schon oben erwähnt, daß bei Wasserkraftanlagen der Wirkungsgrad der Energieerzeugung und damit auch die Stromkosten von der Dauer der Inanspruchnahme fast unabhängig sind, während bei Dampfanlagen die Kosten bei kurzzeitiger Verwendung wachsen. Daher kommen Dampfwerke nur in Ausnahmefällen für Spitzendeckung in Frage.[7])

Zu 4. Die Übertragung hoher Leistungen auf weite Entfernungen verlangt hohe Spannungen und damit eine Vergrößerung, also Verteuerung der Transformations- und Schaltanlage u. vor allem der Fernleitung; auch wachsen die Übertragungsverluste mit dem Quadrat der Stromstärke. Spitzen sind daher möglichst örtlich zu decken und die Eignung zur Spitzendeckung verringert sich mit der Entfernung eines Kraftwerkes von den Hauptverbrauchsstellen. In dieser Beziehung sind Niederdruckwerke, die meist in den verkehrsreichen Tälern liegen, günstiger daran als abgelegene Hochdruckanlagen.

Unter Beachtung der Bemerkungen zu den gen. vier Forderungen kann man für jedes Kraftwerk Kurven aufstellen, welche die Steigerung der Bau- und Betriebskosten bei wachsender Spitzenfähigkeit aufzeigen. Die Untersuchung ist gesondert nach Jahreszeiten (zumindest getrennt für die Winter- und Sommerzeit) durchzuführen, da die Ausbaugröße und der Grad des erzielbaren Tagesausgleiches vom Zufluß abhängig ist. Auf Grund dieser Kurven können sodann die in Frage kommenden Kraftwerke nach ihrer Eignung zur Spitzendeckung geordnet und in der Belastungsfläche eingereiht werden.

Bei dieser Vergleichsrechnung wird man auch prüfen müssen, ob nicht zeitweise eine Verwendung von Laufkraftwerken zur Deckung der Spitzen- oder Mittelbelastung, selbst bei Unverwendbarkeit der Abfallenergie, gegenüber der soeben behandelten, verlustlosen Deckung aus spitzenfähigen Werken wettbewerbstähig ist; dies kann bei hoher Wasserführung (im Sommer) für die Deckung der Mittelbelastung öfters in Frage kommen. Im Winter wird aber eine Vermeidung von Abfallenergie grundsätzlich anzustreben sein.

Die entwickelten Grundsätze sollen schließlich auf zwei bezeichnende Fälle, und zwar auf ausgesprochene Winter- und Niederdruckwerke angewendet werden.

Winterwerke stehen zwei Drittel des Jahres still und geben ihre Gesamtjahresenergie in 3 bis 5 Wintermonaten gesammelt ab. Es ist nun unwirtschaftlich, diese Kraftwerke gerade zur Zeit der Wasserklemme, also während der Höchstinanspruchnahme ihrer Speicher auf die Spitzen arbeiten zu lassen. Denn Winterwerke benötigen schon bei Verwendung als Laufwerke eine Jahresausbaugröße[13]) $aj = \frac{W_{max}}{W_m} = 2{,}4$, Benützungsdauer $T = 3650$ h (Stunden und Belastungsziffer (=Werksnutzbarkeit nach Camerer) $b = \frac{1}{aj} = 0{,}42$. Übernimmt aber ein solches Werk z. B. die obere Hälfte der Netzspitze, so steigen die Werte auf: $aj = 10$, $T = 876$ h, $b = 0{,}10$; bei Arbeit auf das oberste Viertel der Lastflächen auf: $aj = 43$, $T = 200$ h, $b = 0{,}02$.

Daher ist es im allgemeinen unwirtschaftlich, Kraftwerke, deren Installation selbst bei möglichst gleichmäßiger Winterausnützung unzulänglich ausgenützt wird, zur Zeit der Wasserklemme anders als zur Grund-[14]) oder höchstens Mittelbelastung zu verwenden. Im Sommer hingegen sind für Ausgleichswerke alle Grundbedingungen zur Spitzendeckung gegeben, weshalb Speicherwerke mit Überschußenergie im Sommer bei allen Jahreszeiten eine zweckmäßige Ausnützung ihrer Installation ermöglichen. Umgekehrt kann es recht vorteilhaft sein, Niederdruckwerke im Winter in die Spitzen arbeiten zu lassen. Hiefür sprechen folgende Gründe: Bei Rückgang der Wasserführung bleibt ein Teil der Installation unausgenützt, dies verschärft sich bei ausgesprochenem Niederwasser, bei welchem von selbst die Ausbaugröße bis auf 3 bis 5 steigt. Man könnte damit etwa die obere Hälfte eines Wintertages decken, d. h. mit anderen Worten, die zur Verfügung stehende Energie kann, soweit die Maschineninstallation in Frage kommt, in 8 bis 5 Stunden abgearbeitet werden. Es ergibt sich weiters der Vorteil, daß die Belastungen an Sonntagen, einschließlich der Spitzen, von den Niederdruckwerken übernommen werden können, wodurch das Kraftwasser der Ausgleichswerke nur an Werktagen beansprucht wird.

Weiters muß untersucht werden, ob der vorhandene Speicherraum zur Rückhaltung des bei verminderter Werksinanspruchnahme überschüssigen Wassers ausreicht. Hiezu kann der Stauraum ober dem Wehr[15]) und die Kanalhaltung mitherangezogen werden. Wenn diese nicht genügen, so ist an die Anlage eines Spitzenweihers in möglichster Nähe des Krafthauses zu denken. Gelingt es, diesen unabhängig von der Spiegellage im Kanal, also gleichsam im Nebenschluß zu betreiben, so ist die Erhaltung des gestauten Wasserspiegels im Weiher, selbst bei abgesenkter Kanalhaltung, bis zum Eintreten der Lichtspitze möglich. Wenn man weiter bedenkt, daß Niederdruck-

[11]) Die Auswertung der Spitzenfähigkeit ist meist aus wasserrechtlichen Gründen (durch Verbot des Schnellbetriebes) beschränkt.

[12]) Niederdruckwerke im Winter und Ausgleichswerke im Sommer.

[13]) s. Ornig, Belastnngsverhältnise (Anm. 4), Taf.4, Fig 6.

[14]) Dieselben Grundsätze, verschärft durch den Rückgang des Wirkungsgrades bei Spitzenbetrieb bestimmen auch die Verwenduug der Dampfwerke als Grundbelastungswerke.

[15]) besonders günstig bei Staubeckenkraftwerken.

Digitized by Google

werke in der Regel in der Nähe der Verbrauchsmittelpunkte liegen, so ist damit ihre prinzipielle Eignung zur Winterspitzendeckung wohl bewiesen[16]). Allerdings wurde bisher bei Flußkraftwerken ein Schwellbetrieb meistens behördlicherseits untersagt; die Zukunft wird lehren, daß ein Abgehen von dieser Gepflogenheit im Interesse der Volkswirtschaft liegt. Durch einheitliche Betriebsführung aller an einem Fluß gelegenen Werke, durch elektrischen („Sammelschiene") oder hydraulischen (Gegenbecken) Ausgleich wird eine Lösung dieses rechtlich und wirtschaftlich schwierigen Problems anzustreben sein.

Es können also Speicher- und Ausgleichskraftwerke durch zeitweilig spitzenfähige Niederdruckwerke in der Deckung der Belastungsspitzen abgelöst werden. Im Winter haben Niederdruckwerke wenig kWh, aber viel kW frei, weshalb sie in die Spitzen arbeiten sollen, Jahresspeicher dagegen haben viel kWh, aber wenig kW und decken zweckmäßig die Grund- oder Mittelbelastung. Im Sommer kehren sich diese Verhältnisse um.

In der bisherigen Praxis findet man vielfach Verstöße gegen dieses Prinzip. So ist z. B. in den Projekten über die künftige Versorgung von Zürich vorgesehen, daß das Albula- u. Heidseewerk (Hochdruckwerke mit Tages- bzw. Saisonspeicher), welche eigentlich im Winter die beste Eignung zur Spitzendeckung hätten, auf die Grundbelastung arbeiten, während das projektierte Wäggitalwerk[17]) (große Speicheranlage mit ausschließl. Winterbetrieb) für die Winterspitzendeckung vorgesehen ist (s. Abb.) Nach dem Projekt wird die Netzhöchstbelastung gedeckt durch 3500 kW vom Heidseewerk, 9000 kW vom Albulawerk, so daß vom Wäggitalwerk 27 500 kW bereitgestellt werden müssen. Hiebei sind aber 5500 kW der bestehenden Heidseeinstallation (9000 kW) und 9000 kW der bestehenden Albulainstallation (17 000 kW) unausgenützt. Zum Vergleich steht der Gegenvorschlag: wenn Heidsee und Albula bei Vollausnützung ihrer Installation auf die Spitzen arbeiten, werden vom Wäggitalwerk nur 14 000 kW, also etwa die Hälfte beansprucht[18]).

Ein weiteres Beispiel über eine zweckmäßige Anwendung obiger Grundsätze sei angeführt. Im steirischen Großkraftnetz wird im ersten Bauabschnitt das mit einem Tages- und Wochenspeicher ausgestattete Hochdruckwerk an der Teigitsch im Verbund mit schon bestehenden Niederdruckwerken an der Mur und Dampfwerken die Rolle eines ausgesprochenen Spitzenwerkes übernehmen. Bei steigendem Bedarf wird einerseits der Teigitschstufe ein großer Jahresspeicher vorgeschaltet werden und anderseits im Mittelpunkt des Verbrauches (bei Bruck) ein neues großes Niederdruckwerk errichtet werden[19]). Wenn nun bei diesem Entwicklungsgang das etwas abseits gelegene Teigitschwerk die Rolle der Winterspitzendeckung beibehalten würde, so müßte die Installation des Teigitschwerkes entsprechend der Erhöhung der Wintermittelleistung durch den Jahresspeicher auf das Zwei- bis Dreifache erhöht werden. Der Stollen des Kraftwerkes, also der Hauptkostenteil der ganzen Anlage müßte aber schon beim ersten Ausbau für diese zukünftige Spitzenleistung bemessen werden. Es ist auch ohne ziffernmäßigen Nachweis einzusehen, daß derart hohe, vorzeitig anzulegende Investitionen bei der heutigen Wirtschaftslage unberechtigt sind. Das Bestreben muß vielmehr dahin gehen, in jenem zweiten Bauabschnitt die Rolle der Winterspitzendeckung auf das Niederdruckwerk zu übertragen. Die bereits bestehende oder mäßig zu erweiternde Installation des Teigitschwerkes wird sodann eine Winterverwendung des Kraftwerkes nur für den mittleren Teil der Lastfläche zulassen. Im Niederdruckwerk, welches ohnedies auf Sommerdauerwasser ($Q = 110$ m³/s) ausgebaut wird, ist zur Niederwasserzeit ($Q = 30$—40 m³/s) zwei Drittel der Installation frei und es bedarf bei Ausnützung des natürlichen Stauraumes beim Wehr ($I = 420{,}000$ m³) und der Kanalhaltung ($I = 130\,000$) nur des Zubaues eines Spitzenweihers vor dem Krafthaus ($I = 300\,000$ m³), um eine ausreichende Spitzenfähigkeit im Winter zu erzielen. Der Spitzenweiher kommt bei Vollausbau des Tandemwerkes auch den unteren Stufen zugute. Im Sommer verliert das Niederdruckwerk mit zunehmender Wasserführung allmählich die Spitzenfähigkeit und die Spitzendeckung wird vom Teigitschkraftwerk übernommen.

Ausgeführte Beispiele über die Verwendung von Niederdruckwerken zur Spitzendeckung sind das Lechwerk in Gersthofen, die Anlage in Jonage und neuerdings die Illerwerke und im größten Stile die Mittlere Isar.

Im ganzen betrachtet, dürfte sich etwa folgendes Bild über die zweckmäßigste Verwendung von Kraftwerken im Verbundbetrieb ergeben:

Im Winter von der Spitze nach unten:

Spitze	(a) Spitzenfähige Hochdruck-, Mitteldruck-, Niederdruckanlagen, geordnet nach dem Grad ihrer Eignung zur Spitzenfähigkeit.
Mittel-	(b) Speicher und Ausgleichswerke, geordnet nach der Dauer ihrer Jahresverwendung.
	(c) Dampfwerke.
Grundbelastung	(d) Niederdruckwerke[20]), bei denen ein Schwellbetrieb ausgeschlossen ist (Laufkraftwerke)

Im Sommer:

Spitze	(b) Speicher und Ausgleichswerke, soweit sie Sommerenergie zur Verfügung haben.
Mittel-	(a) Spitzenfähige Hochdruck-, Mittel- und Niederdruckanlagen, geordnet nach dem Grad ihrer trotz erhöhter Wasserführung noch erhaltenen Spitzenfähigkeit.
Grundbelastung	(d) Alle Laufkraftwerke.

[16]) s. Baun, Speicherbecken für Niederdruckwasserkraftanlagen, Z. d. V. d. I. 1919 S. 856.

[17]) hier handet es sich nur um den für die Stad Zürich entfallenden Anteil des Wäggitalwerkes, für den Rest, welcher das Netz der N. O. K. speisen wird, wäre eine ähnliche Überlegung berechtigt. Der Betriebsplan des Wäggitalwerkes wird lediglich als Beispiel für den hier gebrachten Vorschlag herangezogen, wobei dem Verfasser die Verhältnisse des obigen Sonderfalles unbekannt sind.

[18]) Aus denselben Gründen wäre es z. B. unwirtschaftlich, das Weißenseekraftwerk in Kärnten (s Wasserkraft 1919, S. 151) wohl den günstigsten Seespeicher im Ostalpengebiet, als „Spitzenwerk" auszuführen; dessen eigentliche Aufgabe liegt im Winterausgleich, für Spitzendeckung ist auch die große Entfernung gegenüber den Verbrauchsmittelpunkten zu groß. Ob man unter diesem Gesichtspunkt mit dem Ausbau des Walchenseewerkes nicht zu weit ging, bleibe dahingestellt.

[19]) s. Wasserkraft 1921 S. 12 ff.

[20]) hieher gehört auch jener Teil der spitzenfähigen Niederdruckwerke, für welche die Spitzenfähigkeit nicht ausreicht.

Über mehrjährige periodische Schwankungen des Niederschlags im rechtsrheinischen Bayern und ihre prognostische Verwertung

Von Dr. Franz Baur, St. Blasien (Schwarzwald, 5. April 1923).

In einer Arbeit[1]) über „Kriterien des Zufalls für langjährige meteorologische Beobachtungsreihen" habe ich den Nachweis erbracht, daß die Jahreswerte der wichtigsten meteorologischen Elemente nicht die nach den Gesetzen des Zufalls zu erwartende Anordnung zeigen. Man ist daher berechtigt, zu vermuten, daß die meteorologischen Elemente mehrjährigen gesetzmäßigen Schwankungen unterworfen sind. Tatsächlich konnte ich auch in meiner Doktor-Dissertation[2]) über „die Veränderlichkeit der Temperatur aufeinanderfolgender Monate und die periodischen Schwankungen der Jahrestemperatur in Deutsch-

[1]) F. Baur: Meteorol. Zeitschrift 1923 S. 19.

[2]) Mitteilungen der Wetter- und Sonnenwarte St. Blasien-Höchenschwand Heft 2.

Digitized by Google

land" die wichtige Feststellung machen, daß die Jahrestemperatur in Deutschland zeitlichen, gesetzmäßigen Schwankungen unterworfen ist und daß es gelingt, mit einer verhältnismäßig kleinen Anzahl von Perioden die Temperaturschwankungen soweit darzustellen, um die Oszillationen für eine beschränkte Zahl von Jahren aus rückliegenden Beobachtungen im voraus rechnerisch bestimmen zu können. Dabei war nur in 16 Prozent der Fälle die Voraussage eine zur Erfahrung gegensätzliche.

Die gleichen Untersuchungen habe ich nunmehr auch auf Niederschlag und Luftdruck ausgedehnt[3]) und zwar, da der Niederschlag mehr örtliche Verschiedenheiten aufweist als die Temperatur, zunächst für ein kleineres Gebiet, das rechtsrheinische Bayern. Zur Analyse der Niederschlagsbeobachtungen wurden daraus 10 über das Gebiet ziemlich gleichmäßig verteilte Stationen ausgewählt, nämlich: Bad Kissingen, Bayreuth, Würzburg, Nürnberg, Amberg, Ansbach, Landshut a. I., Augsburg München und Lindau i. B., von denen hinreichend homogene Niederschlagsbeobachtungen zur Verfügung standen. Die Jahressummen des Niederschlages der Jahre 1880—1922 an diesen 10 Stationen wurden mir in dankenswerter Weise von der Bayerischen Landesstelle für Gewässerkunde mitgeteilt. Um die reellen Perioden von den „zufälligen" scheiden zu können, wurde das ganze Beobachtungsmaterial in zwei Teile geteilt. Aus dem Vergleich der hieraus abgeleiteten Amplituden und Phasen untereinander und mit den sich aus den Luftdruck- und Temperaturanalysen ergebenden Amplituden und Phasen konnte auf die Realität der gefundenen Perioden geschlossen werden. Bezüglich Methode und Einzelheiten der Untersuchung muß auf die genannte Arbeit selbst verwiesen werden. Für den Niederschlag in Bayern rechts des Rheins ergaben sich folgende reelle Perioden:

1. eine ungefähr 18jährige periodische Schwankung, die auch in der Temperatur deutlich zum Ausdruck kommt,
2. eine etwa 3jährige Periode, die auch im Luftdruck ausgeprägt ist,
3. eine 2,4jährige Periode, die in allen drei Elementen, im Niederschlag, Luftdruck und in der Temperatur sich deutlich heraushebt.

Bei der 2,4jährigen Periode ist es nicht sicher, ob die reelle Periode tatsächlich eine Länge von 2,4 Jahren hat. Es ist möglich, daß die wahre Periodenlänge weniger als 2 Jahre beträgt und daß die Dauer von 2,4 Jahren nur eine Folge der Verwendung von Jahressummen (bzw. Jahresmitteln) bei der Berechnung ist. Jedenfalls ist diese 2,4jährige Periode aber der Ausdruck einer physikalisch reellen Periode und kann diese Dauer auch für alle Fälle, in denen es sich um Jahreswerte (nicht Monatswerte) der meteorologischen Elemente handelt, zugrundegelegt werden. Außer den genannten drei Perioden ist wahrscheinlich auch noch eine etwa 8jährige Periode der Niederschlagsschwankungen reell, doch blieb diese in den nachfolgenden Berechnungen unberücksichtigt, da sie noch nicht genügend sichergestellt und die Größe ihrer Amplitude geringer als die der drei anderen Perioden ist.

Die Frage, ob und in welchem Ausmaße neben periodischen Störungskräften auch nach den Gesetzen des Zufalls verteilte Einflüsse auf den Ablauf der Witterung einwirken, ist nicht nur von großer theoretischer, sondern auch von praktischer Bedeutung; denn, wenn die meteorologischen Elemente eine reine quasiperiodische Funktion darstellen, dann muß es möglich werden, durch analytische Bestimmung dieser Perioden und synthetische Extrapolation über das letzte Beobachtungsjahr hinaus die Witterung auch für längere Zeiträume vorauszuberechnen. Da die Witterungsperioden inkommensurabel sind[4]), wird freilich eine absolut sichere Voraussage niemals möglich sein, doch müßte man — immer vorausgesetzt, daß nur periodische Einflüsse auf die Witterungsgestaltung wirken — durch fortgesetzte Verfeinerung der analytischen und synthetischen Methoden und durch Erweiterung und Verbesserung des Beobachtungsmaterials sich der absoluten Sicherheit der Voraussagen immer mehr nähern können. Besonders ist eine Untersuchung, ob sich auf Grund der ermittelten Niederschlagsperioden eine Voraussage des Niederschlagscharakters kommender Jahre geben läßt, von außerordentlicher Bedeutung für die Wasserwirtschaft.

Ich habe zunächst an zurückliegendem Beobachtungsmaterial einen Vergleich zwischen Berechnung und Erfahrung versucht. Die Fouriersche Analyse der jährlichen Niederschlagssummen der Jahre 1881—1916 der oben erwähnten 10 bayerischen Stationen ergab für die 18jährige Periode eine Amplitude von 40,2 mm und als Phasenwinkel für die Mitte des Jahres 1881 (bzw. 1917) 154° 59′ Da nach dem Analysenergebnis[5]) die Dauer der kurz als 3jährige bezeichneten Periode zwischen 3 und 3,3 Jahren (vielleicht sogar näher an 3,3 Jahren), die Dauer der 2,4jährigen zwischen 2,25 und 2,4 Jahren (jedoch wahrscheinlich näher an 2,4 Jahren) liegt, konnten diese kurzen Perioden für die Zwecke der Voraussage nicht aus dem 36jährigen Beobachtungsmaterial berechnet werden; denn schon kleine Abweichungen der wirklichen Länge der Perioden von der angenommenen müßten nach Ablauf eines so langen Zeitraumes eine bedeutende Veränderung der Phase bedingen. Daher wurden die Amplituden der 3jährigen und 2,4jährigen Periode aus den letzten 12 Jahren (1905—1916) berechnet, die Phase der 2,4jährigen Periode ebenfalls aus diesem Zeitraum, die der 3jährigen (wegen der möglichen größeren Abweichung der Periodenlänge) sogar nur aus den letzten 6 Jahren (1911—1916). Um aber den Einfluß der 18jährigen Periode auszuschalten, wurden zuerst die sich aus dieser für die Jahre 1905—1916 ergebenden Ordinaten an den tatsächlich beobachteten Niederschlagssummen in Abzug gebracht. Die Analyse der hierdurch gewonnenen neuen Werte lieferte für die 3jährige Periode die Amplitude $r_3 = 62{,}1$ mm und die Phase $\varphi_3 = 160° 50'$ (Mitte 1916), für die 2,4jährige $r_{2{,}4} = 57{,}5$ mm und $\varphi_{2{,}4} = 302° 17'$ (Mitte 1916).

In derselben Weise wurde mit den Beobachtungen 1884 bis 1919 verfahren. Aus 1884—1919 ergab sich $r'_{18} = 39{,}1$ mm, $\varphi'_{18} = 224° 50'$ (Mitte 1920). Dann wurde aus 1908—1919 die 18jährige Periode eliminiert und aus 1908 bis 1919 $r'_3 = 79{,}2$, $r'_{2{,}4} = 79{,}3$ und $\varphi'_{2{,}4} = 52° 38'$ (Mitte 1919), aus 1914—1919 $\varphi'_3 = 76° 9'$ (Mitte 1919) berechnet.

Aus diesen Amplituden und Phasen wurden nun die Ordinaten der einzelnen Perioden für die drei auf die benützten Beobachtungsjahre folgenden Jahre und durch Summation dieser Ordinaten die (zu erwartende) Abweichung der Jahressumme des Niederschlages von der normalen berechnet. Diese Ordinaten, die berechnete Abweichung und die wirkliche Abweichung sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

Jahr	18jähr. Per.	3jähr. Per.	2,4jähr. Per.	Summe (= berechnete Abw.)	wirkliche Abweichung vom langjährigen Mittelwert
1917	+ 17,0	− 61,0	+ 57,5	+ 13,5	− 2,0
1918	+ 3,5	+ 40,6	− 50,9	− 6,8	− 54,0
1919	− 10,4	+ 20,4	+ 30,7	+ 40,7	− 47,0
1920	− 27,6	− 22,0	− 30,5	− 80,1	− 48,0
1921	− 35,4	− 54,9	− 10,6	−100,9	−185,0
1922	− 38,9	+ 76,9	+ 48,1	+ 86,1	+237,0

Als langjähriger Mittelwert wurde der aus den 43jährigen Beobachtungen abgeleitete Wert 741 mm genommen. Bezeichnet man die Jahre mit einer Abweichung zwischen + 20 mm und − 20 mm als normal, die mit einer Abweichung zwischen 20 und 100 mm als trocken bzw. naß und Jahre mit noch größeren Abweichungen als sehr trocken und sehr naß, so ergibt sich folgende Gegenüberstellung zwischen Rechnung und Wirklichkeit:

[3]) F. Baur: Mehrjährige periodische Schwankungen des Niederschlags und des Luftdrucks im rechtsrheinischen Bayern. (Deutsches Meteorol. Jahrbuch für Bayern 1922 Anhang D.)

[4]) F. Baur: Meteorolog. Zeitschrift 1923, S. 89.

[5]) a. a. O. Tabelle 3.

Digitized by Google

Jahr	Voraussage	Wirklichkeit
1917	normal	normal
1918	normal	trocken
1919	naß	naß
1920	trocken	trocken
1921	sehr trocken	sehr trocken
1922	naß	sehr naß

Da keine weiter zurückliegenden (vor 1880 angestellten) homogenen Niederschlagsbeobachtungen einer genügend großen Zahl von Stationen vorliegen, ist an rückliegendem Material keine weitere Prüfung der Voraussagen auf Grund der Quasiperiodizität möglich. Die aus den Beobachtungen der Jahre 1881—1916 und 1884—1919 abgeleiteten Vorhersagen des Niederschlagscharakters im rechtsrheinischen Bayern stimmen jedoch mit dem wirklich eingetretenen Niederschlagscharakter in so befriedigender Weise überein, daß sie dazu ermutigen, auch für die kommenden Jahre 1923, 1924, 1925 den Niederschlagscharakter zu berechnen und so neue Unterlagen für den Vergleich zwischen Theorie und Erfahrung zu gewinnen.

Aus 1887—1922 wurde gefunden $r_{18} = 31{,}5$ mm, $\varphi_{18} = 286^0\,27'$ (Mitte 1923). Nach Climination der 18-jährigen Periode ergab sich aus 1911—1922 $r_3 = 95{,}2$ mm, $r_{2,4} = 108{,}9$ mm und $\varphi_{2,4} = 112^0\,40'$ (Mitte 1922), aus 1917—1922 $\varphi_3 = 71^0\,42'$ (Mitte 1922). Daraus ergab sich für 1923, 1924, 1925:

Jahr	18jähr. Per.	3jähr. Per.	2,4jähr.Per.	Summe	Voraussage
1923	— 30,2	— 19,3	—108,0	—157,5	sehr trocken
1924	— 25,3	— 71,1	+ 86,6	— 9,8	normal
1925	— 17,4	+ 90,4	— 42,0	+ 31,0	naß

Die mittleren zehnjährigen Abfluß- und Nutzwassermengen des sächsischen Muldengebietes

Von Dr.-Ing. R. Fickert.

In meiner Doktorarbeit, deren Veröffentlichung noch aussteht, habe ich den Wasserhaushalt des rund 6000 qkm großen sächsischen Muldengebietes in den zehn Abflußjahren vom 1. November 1909 bis 31. Oktober 1919 nach den Messungsergebnissen an 117 Niederschlagsmeßstellen und an der Muldenwassermeßstelle des sächsischen Amtes für Gewässerkunde in Golzern, einem Orte an der vereinigten Mulde, 30 km oberhalb der sächsisch-preußischen Grenze, untersucht. Hiernach können die Abflußmengen wie folgt berechnet werden:

Zwischen dem Niederschlag N, dem Wasserabfluß W, der sich aus 0, dem oberflächlich abfließenden Teile des Niederschlags, und aus Q, dem erst versickernden und später als Sicker- und Quellwasser in den Fluß gelangenden Teile des Niederschlagswassers zusammensetzt, sowie dem Gesamtverluste V, den das Niederschlagswasser durch Versickerung, Verbrauch, Verdunstung und Verwehung erleidet, bestehen folgende Beziehungen:

$W = N - V + Q = 0 + Q$ und $V = N - 0$ Setzt man $0/N = \alpha$ und $Q/N = \beta$, so kann man schreiben:

$$V = N\,\frac{1-\alpha}{1+\beta}\,(1+\beta) \text{ und}$$

$$W = \left(N - N\frac{1-\alpha}{1+\beta}\right)\,(1+\beta) = N\,(1+\beta) - V.$$

Meine Untersuchungen für die Wassermeßstelle Golzern und für 9 weitere über das Zuflußgebiet der vereinigten Mulde bis zum Fuße des Quellgebietes verteilte Meßstellen ergaben:

1. daß der Faktor $N\,\frac{1-\alpha}{1+\beta}$ (Verlustbeiwert) im zehnjährigen Mittel für die untersuchten Meßstellen gleich groß war und 59 cm betrug und
2. daß der Faktor $(1+\beta)$ als konstant gelten kann und im zehnjährigen Mittel 1,23 betrug.

Differenzen unter ± 8 % wurden hierbei noch als zulässig erachtet und vernachlässigt. Nur an einer Meßstelle betrugen sie weit mehr und zwar 30—40 %, was wohl durch örtliche Verhältnisse bedingt war.

Man kann daher annehmen, daß der mittlere zehnjährige Verlust V vom Fuße des Quellgebietes (Aue—Wolkenstein—Pockau—Mulda) bis zum Austritt der Mulde aus Sachsen gleich blieb und 72,5 cm betrug, obwohl die geologischen, orographischen und klimatologischen Verhältnisse, auch die Landeskultur in den einzelnen Teilen des Flußgebietes verschieden sind. Auch die Urgrundströme von der Freiberger Mulde nach der Elbe und von der Zwickauer Mulde nach der Elster leiten Flußwasser nicht in nennenswertem Umfange in andere Gebiete ab. Nur verschiedene Höhe der Quellgebiete und die dadurch bedingten anderen Schnee-, Tau- und Verdunstungsverhältnisse übten einen, wenn auch geringen, so doch merkbaren Einfluß in den einzelnen Jahren aus. Im zehnjährigen Durchschnitt hoben sich aber diese kleinen Verschiedenheiten wieder auf. Da V und der Faktor $(1+\beta)$ für das ganze Muldengebiet als konstant gelten können, kann man auch die Abflußmenge an jedem Orte des Flußnetzes unmittelbar aus dem Niederschlage berechnen. Die zehnjährige Abflußformel lautet: $W\,\text{cm} = 1{,}23\,N\,\text{cm} - 72{,}5$

Das zehnjährige Mittelwasser „W" des Sächsischen Muldengebietes vom November 1909 bis Oktober 1919 in sebm berechnet aus den Niederschlägen.

Die Flöha.

	sec cbm
Mdg. der Pockau	7,2*)
Borstendorf	8,7*)
Mündung	10,7*)

Die Zschopau.

	sec cbm
Mdg. der Preßnitz	7,6
Zschopau	9,0
Mdg. der Flöha (10,7)	10,5 → 21,2
Frankenberg	21,6
Mittweida	21,9
Kriebstein	22,2
Mündung	22,6 ↔

Die Freiberger Mulde.

	sec cbm
Mdg. des Chemnitzbaches	1,4
Hals	2,7**)
Mdg. der Bobritzsch. (1,4)	3,5 → 4,9
Nossen	5,0
Mdg. der Striegis (2,1)	5,3 → 7,4
Döbeln	7,5
Mdg. der Zschopau (22,6)	7,7 → 30,3
Leisnig	30,8
Mündung	31,2 ↔

Die Zwickauer Mulde.

	sec cbm
Mdg. des Schwarzwassers in Aue	12,7
Wiesenburg	14,4
Mdg. des Rödelbaches (0,9)	14,7 → 15,6
Zwickau	15,7
Glauchau	16,6
Mdg. des Lungwitzbaches (1,1)	16,6 → 17.7
Waldenburg	18,0
Penig	18,6
Mdg. der Chemnitz (5,2)	19,1 → 24,3 ↔
Rochlitz	24,7
Colditz	25,0
Mdg. der Freiberger Mulde (31,2)	25,2 → 56,4
Grimma	56,6
Wurzen	56,9
Landesgrenze	57,0

Die Chemnitz.

	sec cbm
Zusammenfluß der Würschnitz und Zwönitz	5.2
Stadt Chemnitz.	3,3*)
Mündung.	3,6*)

Die Vereinigte Mulde.

*) Ohne Bestätigung durch Wassermengenmessungsergebnisse, da solche nicht vorhanden sind.
**) Die Wassermengenmessungsergebnisse in Hals sind 30—40% höher.

Digitized by Google

oder W sl/qkm $= 0{,}39\sqrt{N}$ cm $- 23$. Die größte Abweichung der berechneten von den gemessenen Werten beträgt weniger als 10 %, wenn keine besonderen Verhältnisse vorliegen. Nach dieser Formel sind aus den mittleren Niederschlagswerten für die einzelnen Flußgebiete die Mittelwassermengen berechnet und in der vorstehenden Tabelle dargestellt worden. Aus ihr kann man durch Interpolation an jeder Stelle des Flußsystems das zehnjährige Mittelwasser W berechnen.

Wie zwischen dem zehnjährigen mittleren Niederschlag N und dem Mittelwasser W, so bestehen, wie weitere Untersuchungen gezeigt haben, auch zwischen diesen und dem mittleren Nutzwasser A einfache Beziehungen. Letzteres berechnet man aus der größten Aufschlagwassermenge gleich der größten Schluckfähigkeit des Wassermotors A_{max} und aus der summierten Häufigkeitslinie oder Dauerlinie. Mit der relativen Dauerlinie bezeichne ich diejenige Linie, deren Ordinaten die Prozentverhältnisse der zugehörigen Ordinaten der Dauerlinie zur Mittelwassermenge darstellen. Die einzelnen zehnjährigen relativen Dauerlinien der in Betracht kommenden Wassermeßstellen weichen von einer mittleren Linie, der mittleren zehnjährigen relativen Dauerlinie, selbst in den höchsten Ordinaten um noch nicht 10 % der Ordinatenwerte der mittleren Linie ab. Aus ihr können daher mit hinreichender Genauigkeit folgende für das ganze bearbeitete Muldengebiet geltende Verhältniszahlen berechnet werden:

Das zehnjährige mittlere Nutzwasser $A =$	95	89	83	79	74	70	66	62	58	54	46	38	29	% des zehnjährigen Mittelwassers W.
Die dazu gehörige größte Aufschlagwassermenge $A_{max} =$	285	225	195	170	155	145	135	130	120	116	109	105	103	% des mittleren Nutzwassers A.
Deren Dauer	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	240	280	320	Tage

Für manche praktische Fälle ist auch die Kenntnis des Verhältnisses der größten Aufschlagwassermenge A_{max} zum Mittelwasser erwünscht:

Die größte Aufschlagwassermenge $A_{max} =$	270	200	160	135	115	100	90	80	70	64	50	40	30	% des zehnjähr. Mittelwassers W.

Beispiele:

1. In Rochlitz an der Zwickauer Mulde soll eine neue Wasserkraft geschaffen werden. Es empfiehlt sich ein möglichst großer Ausbau zu etwa 95 % der Mittelwassermenge W. Diese beträgt in Rochlitz nach der Tabelle $W = 24{,}7$ scbm. Aus obiger Zusammenstellung ergibt sich bei einem mittleren Nutzwasser $A = 95\ \%\ W = 23{,}5$ scbm eine mittlere größte Aufschlagwassermenge $A_{max} = 285\ \%\ A = 67$ scbm und ihre Dauer zu 20 Tagen.

2. Die Größe einer vorhandenen Wasserkraftanlage in Leisnig an der Freiberger Mulde soll abgeschätzt werden. Ihre größte Schluckfähigkeit A_{max} beträgt 20 scbm. Die Mittelwassermenge W ergibt sich aus der Tabelle zu 30,8 scbm in Leisnig, das Verhältnis A_{max}: $W =$ rund 65 % und mithin die mittlere Nutzwassermenge $A = 55\ \%\ W = 16{,}9$ scbm sowie die Dauer der Vollbeaufschlagung zu 198 Tagen.

Auf diese Weise können mit praktisch vollkommen genügender Genauigkeit die wichtigsten gewässerkundlichen Unterlagen für Wasserkraftanlagen im behandelten Muldengebiete berechnet werden.

Entgegnung zur Theorie der Prallströmung

Von Ing. Karl Grün, Ljubljana.

Bereits nach Erscheinen der Broschüre „Die Saugstrahlturbine", sowie nach Behandlung der Prallströmung in der „Wasserwirtschaft" 1922, Heft 5 fand ich Gelegenheit, Prof. Dr. Baudisch verschiedene Einwendungen gegen seine Theorie vorzulegen. Da ich die Veröffentlichung in Heft 11 der „Wasserkraft" als eine Zusammenfassung seiner an verschiedenen Stellen veröffentlichten und vorgetragenen Arbeiten über dieses Thema betrachte, ersuche ich auch um Veröffentlichung der nachfolgenden Ausführungen. Ich werde hiebei nicht sofort auf den Kernpunkt der „Einfachen Theorie der Kaplanturbine" (d. i. die Prallströmung) eingehen, sondern der Reihe nach die Aufstellungen des letztgenannten Artikels behandeln.

Der durch das erweiterte Saugrohr mögliche Arbeitsgewinn, der sogenannte Rückgewinn

$$h = \frac{c_2^2 - c_1^2}{2\,g} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

bedeutet eine Steigerung des Wirkungsgrades von η auf $\varepsilon = \eta + \frac{h}{H}$; es wird η der Wirkungsgrad der Turbine, ε jener der Turbinenanlage genannt. Diese Unterscheidung ist aber unbedingt zu verwerfen; nutzbare Arbeit wird dem strömenden Wasser nur im Turbinenlaufrad entzogen. Ihre Größe ist dargestellt durch den Unterschied 1) an kinetischer Energie, 2) an Druck (bezw. potentieller) Energie vor und hinter dem Laufrad und durch diese allein ist der Wirkungsgrad bestimmt; man könnte etwa symbolisch hiefür schreiben:

$$A = (E_{k_1} - E_{k_2}) + (E_{p_1} - E_{p_2})$$

Wird E_{k_2}, die kinetische Energie hinter dem Laufrad, groß, so wird A klein, wenn nicht E_{p_2} entsprechend verkleinert wird. Dazu läßt sich die letzte Gleichung in übersichtlicher Form schreiben:

$$A = (E_{k_1} + E_{p_1}) - (E_{k_2} + E_{p_2})$$

Nun bezweckt ja aber die Saugrohrerweiterung nichts anderes als eine Verringerung der Druckenergie und zwar um ebensoviel oder angenähert ebensoviel als E_{k_2} uns im Vergleich zum preisgebbaren Verlust zu groß erscheint. Nicht nur die Größe der Geschwindigkeiten vor und hinter dem Laufrad beeinflußt die Vorgänge in demselben, ebenso auch die Drücke. Würde also ein Laufrad, das ohne erweitertes Saugrohr mit η arbeitet, mit einem Saugrohr eingebaut, das den Wirkungsgrad auf ε erhöhen kann, so würde die Anlage wieder nicht mit ε arbeiten (vielmehr mit einem Wirkungsgrad ε', für welchen $\eta < \varepsilon' < \varepsilon$), weil ja im Rad nicht jene Geschwindigkeiten etc. sich ausbilden können, die der Verarbeitung mit ε entsprechen.

Die formale Unterscheidung in statische und dynamische Wirkung kann bei nicht strenger Verfolgung der Ansätze leicht zu Irrtümern führen. Für die Schraubenturbine wird mit $c_1 = c_2$, $u_1 = u_2$, $\alpha_1 = \alpha_2$ nach

$$u_1\, c_1 \cos \alpha_1 - u_2\, c_2 \cos \alpha_2 = \frac{1}{g} \cdot L_1^{*})$$

die abgegebene Leistung null. Dies findet man auch direkt: nach Gl. (6) ist für $c_1 = c_2$ $\eta = 0$. Für $c_1 = c_2$ muß aber der Schacht oder das Rohr, in welchem das Schraubenrad läuft, von durchwegs gleichem Querschnitt sein (vergl. „Budau. Lehrbuch der Hydraulik", III. Aufl. Wien, bei Fromme 1921, S. 198, Fig. 204) und es ist dann — von der Höhendifferenz

*) Da alle Beweise von der Stromfadentheorie hier ausgehen, darf auch die bekannte Turbinenhauptgleichung hier bestimmt angewendet werden.

Digitized by Google

abgesehen — auch an beiden Stellen derselbe Druck (es wird eben $\frac{c_1^2}{2g} = H(1-\varrho)$, d. h. $\eta_s = 0$; bei nachfolgender und vorausgehender Erweiterung kann c_1 wohl gesteigert werden, nämlich auf maximal $\frac{c_1^2}{2g} = H(1-\varrho) +$ atmosph. Druckhöhe, welch' Lehnwert ja aber auch zurückgegeben werden muß). Nun, ein Wassersäulenmotor, dessen Kolben zu beiden Seiten die gleichen Drucke gegenstehen, wird nicht zu einer Arbeitsabgabe dienen können. Hiemit soll nicht gesagt sein, daß die Schraubenturbine nicht als Wasserkraftmaschine verwendet werden könnte, sie wird nur nicht als Turbine im eigentlichen Sinne des Wortes, sondern als Stoßrad arbeiten.

Zur Erklärung der Prallströmung vergleicht Prof. Baudisch in der „Wasserwirtschaft" 1922, H. 5, die Strömung in einem Bogenstück mit allmählicher und in einem Kniestück mit plötzlicher Ablenkung. Ganz abgesehen davon, daß auch im Kniestück, selbst bei vorangehender reiner Parallelströmung, nie die Strömungsform auftreten wird, bei welcher alle Fäden plötzlich im gleichen Querschnitt um denselben Winkel abbiegen werden, gelangt Prof. Baudisch zu der Gegenüberstellung:

Allmähliche Ablenkung:

$$\frac{c_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} = \frac{c_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma}$$ (Bernouilli'sche Gleichung)

Plötzliche Ablenkung:

$$\frac{c_1'^2}{2g} + \frac{p_1'}{\gamma} + h_p = \frac{c_2'^2}{2g} + \frac{p_2'}{\gamma}$$ (sogen. erweiterte Bernouilli'sche Gl.)

Treffen wir nun folgende Voraussetzung: Die Querschnitte vor bezw. nach der Ablenkung seien im Bogen- und im Kniestück je gleich ($F_1 = F_1'$, $F_2 = F_2'$); ebenso soll in beiden Fällen dieselbe Wassermenge durchströmen. Dann ist auch $c_1 = c_1'$, $c_2 = c_2'$. Die Gegenüberstellung beider Gleichungen läßt dann zwei Möglichkeiten offen:

a) $p_2 = p_2'$. Dann ist $\frac{p_1'}{\gamma} + h_p = \frac{p_1}{\gamma}$, d. h. wir haben in der zweiten Gleichung den Druck vor der Ablenkung durch andere Zeichen dargestellt, im Wesen hat sich nichts geändert.

b) $p_1 = p_1'$. Dann wäre $\frac{p_2'}{\gamma} - h_p = \frac{p_2}{\gamma}$.

Jedenfalls ist der Unterschied immer nur ein ganz äußerlicher.

Die Erzeugung einer besonderen Flüssigkeitspressung der Prallhöhe ist aber in diesem Sinne nicht nur illusorisch, sondern überhaupt nicht möglich. Unter Annahme der Parallelströmung findet sich die erweiterte Bernouillische Gleichung (l. c.)*) etwa auf Grund folgender Überlegung: In der ursprünglichen Bewegungsrichtung findet im Prallquerschnitt eine Geschwindigkeitsabnahme von c_1 auf $c_2 \cos\varphi$ statt. Dieser Geschwindigkeitssprung auf unendlich kleinem Wege, also auch in ∞ kleiner Zeit, bedeutet eine ∞ große Beschleunigung, welche aber nur einer ∞ kleinen Masse zu erteilen ist [tatsächlich geht ja durch den betrachteten Prallquerschnitt in der ∞ kleinen Zeit nur eine ∞ kleine Masse durch]. Die hiezu nötige Kraft ist somit (nach der Form $0 \cdot \infty$) doch von endlichem Wert und gibt auf die Flächeneinheit bezogen den Pralldruck, bezw. Prallhöhe h_p. Dieselbe sei eine Energieform, die aus der Massenträgheit entlehnt ist. Daß „aus der Massenträgheit ein Energiewert entlehnbar" sein soll, kann nur in dem Sinne verstanden werden, daß bei Verzögerung (oder Beschleunigung) einer Masse Trägheitskräfte auftreten, welche sich in der Flüssigkeit als Druckerhöhung zeigen. In diesem Sinne bedarf man aber keiner erweiterten Bernouillischen Gleichung, dieser Umstand ist auch in der ursprünglichen Bernouillischen Gleichung enthalten, wie man aus ihrer primären Form, der Eulerschen Grundgleichung der Hydromechanik ohne weiteres sieht.

In Gleichung (12) ist als eine aus der Eulerschen Gleichung abgeleitete Bedingung der Prallströmung angegeben: $c_1 = c_2$, bezw. $c = c_1$. Damit wird aus Gleichung (10) und (13):

$$\frac{p_1}{\gamma} = \frac{p}{\gamma} + \frac{c^2}{g}(1 - \cos\varphi)$$

Bei Gültigkeit der Euler'schen Gleichung muß aber auch, da es sich ja um eine stationäre Strömung handelt, die Bernouillische Gleichung gelten. Diese gibt aber für zwei aufeinanderfolgende Querschnitte mit $c = c_1$ auch

$$p = p_1.$$

Also ist entweder die Bernouillische Gleichung (d. h. auch die Eulersche) oder Gleichung (10), d. i. die Gleichung der Prallströmung falsch.

Gleichung (10) folgt aus der Gleichung (S. 132, rechts, Z. 1)

$$p\,dx\,dy + \text{Masse} \cdot \text{Verzögerung} = p_1\,dx\,dy.$$

Diese wird mit den Worten eingeführt: „Im Falle des Gleichgewichts ergibt sich . . ." Wir erkennen hierin das d'Alembertsche Prinzip („die äußeren Kräfte stehen mit den verlorenen im Gleichgewicht"). In dieser Gleichung fehlt aber eine Kraft; das betrachtete Element muß ja von irgendwo dazu beeinflußt werden, seine Bewegungsrichtung plötzlich zu ändern. Dies bewirken die Gefäßwände. Der Druck von der Gefäßwand hält dem Trägheitswiderstand das Gleichgewicht, bezw. äußert sich der Trägheitswiderstand als Kraft auf die Begrenzungswand und ist als solcher unter dem Namen Ablenkungsdruck bekannt (kein Zufall daher, daß wir auf dieselbe Formel stoßen: $\frac{c_1^2}{g}(1 - \cos\varphi)$; d. i. der Ablenkungsdruck bezogen auf die Flächeneinheit der Begrenzungswand). Dann ergibt sich aus der obigen Gleichung auch $p = p_1$, wie es sein muß.

Noch andere Wege lassen sich beschreiten, auf welchen man die Unmöglichkeit der Prallhöhe erkennt. Beispielsweise läßt sich zeigen, daß der behaupteten Größe h_p nie der Charakter eines Flüssigkeitsdrucks (Flächenpressung; skalare, richtungslose Größe) zukommen kann; es müßte ihr eine bestimmte Richtung beigelegt werden, was uns auch wieder auf die Bedeutung als Ablenkungsdruck führt.

In „Dinglers Polyt. Journal" 1922, H. 15 wird der Beweis der physikalischen Möglichkeit der Prallströmung gebracht und wird hierzu von den Eulerschen Grundgleichungen ausgegangen: in dieser Ableitung ist der Trugschluß ohne weiteres in den ersten zwei Gleichungen der Gruppe (9)

$$\frac{\delta p}{\delta x} = \frac{p_1 - p_2}{dx}, \quad \frac{\delta p}{\delta y} = \frac{p_2 - p_1}{dy}$$

zu finden.

Durch Erzeugung der Prallhöhe soll es möglich sein, den Wirkungsgrad der Turbine samt Einbau zu erhöhen. Wir fanden, daß sich nicht nachweisen läßt, von wo dieser Energiebetrag herkommt. Tatsächlich ist für einen Teilweg durch die Turbine der Energiesatz nicht erfüllbar (vergl. „Saugstrahlturbine", S. 11, Abb 8). Für den gesamten Weg scheint sich wohl die Übereinstimmung zu ergeben; dies ist dadurch möglich, daß zum zweitenmal eine Prallströmung erzeugt werden soll, die den plötzlich aufgetauchten Energiebetrag wieder vernichtet. Man erinnert sich dabei etwa eines Hebers, der eine Scheitelhöhe von mehr als 10 m hat; zwischen Anfangs- und Endpunkt läßt sich ohne weiteres die Arbeitsgleichung aufstellen, trotzdem ist er aber nicht zu verwirklichen. — Wenn aber die Prallhöhe h_p, die im wesentlichen zur Erhöhung des Wirkungsgrades beitragen soll, nachträglich wieder vernichtet wird, ist überhaupt nicht einzusehen, wie der entsprechende Energiebetrag außerdem noch nutzbar an das Laufrad übertragen werden soll.

Ljubljana, Juni 1923.

*) Das Original ist mir gegenwärtig nicht verfügbar.

Digitized by Google

Versuche an einer Freistrahlturbine mit Sauggefälle.

Von Dr. techn. Hermann Baudisch, Oberndorf a. Salzach.

Ende Dezember des Jahres 1921 wurden über unser Ersuchen von der Firma J. M. Voith, Heidenheim a. Br. an einer mit Saugrohr versehenen Schwamkrugturbine in dankenswertester Weise die nachstehend beschriebenen Versuche durchgeführt, die gewiß allgemeine Beachtung verdienen und daher mit gütiger Erlaubnis genannter Firma veröffentlicht werden mögen.

Die in Frage stehende Schwamkrugturbine ist im Jahre 1900 für die Stadtgemeinde Wangen i. A. für eine Wassermenge von 22,3 l/s., für ein Gefälle von 18,75 m bei einer Höhe des Wellenmittels und der Düse über dem Unterwasserspiegel von ca. 2,5 m gebaut worden. Sie entwickelt bei einer Drehzahl von 350 p. M. eine Leistung von 4 PS. Zur möglichst vollkommenen Ausnützung des verhältnismäßig großen Freihängens des Laufrades über dem Unterwasserspiegel wurde das Laufrad in einem luftdicht schließenden Gehäuse eingebaut, welches nach unten vermittels eines entsprechend geformten Übergangsstückes an ein vertikales, unmittelbar unter dem Rade angeordnetes Saugrohr von 150 mm l. W. anschließt. 700 mm unter dem Wellenmittel ist ein Schwimmerventil im erwähnten Übergangsstück eingebaut, welches die Saughöhe der Turbine zu begrenzen hat. Die Turbine besitzt Handregelung, sie arbeitet mittels Riementriebes auf eine Transmission.

Die skizzierte Anlage stellt somit einen der wenigen zur Ausführung gelangten Versuche dar, den Freistrahlturbinen zur Ausnützung des Freihängens ein Saugrohr zu geben. Man mußte bekanntlich von dieser Anordnung wieder abgehen, weil das unstetige oder periodenweise Funktionieren des Schwimmerventiles, das ein Waten des Rades bei zu großer Ansaugehöhe des Unterwassers zu verhüten hat, einen unsteten Gang der Turbine im Gefolge hat. Außerdem ist durch die Belüftung des Saugrohrinhaltes das Gewicht der Saugwassersäule zu gering geworden, sie stellt eben ein Gemenge von Luft und Wasser dar, wodurch der Wirkungsgrad der gewonnenen Saughöhe ungünstig beeinflußt wird. (Siehe hierüber die Zeitschrift f. d. ges. Turbinenwesen 1919, Heft 7—9, Freistrahlturbinen mit Sauggefälle, von Prof. Dr. techn. Hans Baudisch).

Zweifelsohne aber ist der Gedanke, bei Freistrahlturbinen das Freihängen auszunützen, diese Turbinen also mittels Saugrohres zu „Saugstrahlturbinen" auszugestalten, ein guter. Nur darf eben das Saugrohr nicht belüftet werden, sondern es ist zu entlüften. Also muß das Schwimmerventil in Wegfall kommen. Die Luft, die sich im Laufradraum mit dem Wasser so innig mischt, daß sie mit dem Wasser gemeinsam — als Schaum — durchs Saugrohr abziehen will, darf eben nicht vermittels eines Lufteinlaßventiles durch Frischluft ersetzt werden, sondern sie muß vor Eintritt in das Saugrohr wieder ausgeschieden, also zurückgehalten werden. Dies ist am einfachsten durch einen kurzen horizontalen Kanal zu erreichen, der zwischen dem Abfallraum der Turbine und dem Saugrohr eingeschaltet wird, so daß die „verschluckte" Luft wieder zum Aufperlen gebracht wird. Eine entsprechende Wassertiefe und Sohlenneigung in diesem Horizontal-Kanal wird die Luftausscheidung von selbst derart regeln, daß durch's Saugrohr nur so viel Luft abzieht, als durch unvermeidliche Undichtheiten jeweils zuströmt. Geeignete Schaufel- oder Blechtafeleinbauten im Horizontal-Kanal können die Luftausscheidung daselbst beschleunigen oder die Ausscheidung regeln. (Österr. Patent No. 81545, Deutsches Patent No. 344 484*).

Die gehörige Ausnützung dieses Gedankens führt zur Verwendung eines möglichst großen Sauggefälles, also zur Erzeugung eines möglichst hohen Vakuums im Laufradraum, da dann der Luftwiderstand bei der Laufraddrehung möglichst verringert werden und dadurch die sonst bei der raschen Rotation auf die Überwindung des Luftwiderstandes verloren gehende Arbeit — bis 5% der Leistung — zum Teil erspart werden kann.

Ist es doch bekannt, daß die analogen Dampfturbinen erst wirtschaftlich wurden, als man deren Laufrad ins Vakuum verlegte.

Bei Wiedereinführung des Saugrohres bei Freistrahlturbinen ist man in der Disposition des Maschinenhauses, weil an keine bestimmte Höhe mehr festgelegt, viel ungebundener, an die Örtlichkeit anpassungsfähiger, hat nur einen kurzen, gut verputzten Horizontal-Kanal zwischen Turbine und Saugrohr einzuschalten und erspart ebensoviel an teurer Druckrohrleitung, als Saugrohr und Horizontal-Kanal messen, so daß die zufolge der Ausnützung des Freihängens und der Verringerung des Luftwiderstandes gewonnene Kraft keine Mehrkosten verursacht.

Der Zweck genannter Versuche war nun, über das Verhalten — besser gesagt, über die Mängel — der bisher nach der alten, schon wieder aufgelassenen Methode der Saugrohr-Belüftung gebauten Sauggstrahlturbinen genaueren Aufschluß zu erhalten, um daraus Schlüsse auf die mittels der Saugrohr-Entlüftung zu erreichenden Vorteile ziehen zu können.

Die angestellten Versuche umfaßten folgendes Programm:

1. Leistungsbestimmung bei Ausschaltung jedweden Vakuums im Saugrohr.
2. Leistungsbestimmung bei möglichst hohem Vakuum daselbst.
3. Ermittlung der Zeit zur Herstellung des Vakuums, also der Ansaugedauer des Zwischenwasserspiegels im Saugrohr, bei Leerlauf, bei Zwischenbelastungen und bei Vollast.
4. Bestimmung der Vakuumschwankungen nach Größe des Vakuums und der Periodendauer der Schwankungen bei verschiedenen Belastungen und Drehzahlen.
5. Bestimmung der durch das Schwimmerventil eingesaugten Luftmenge.

Die Messung des Druckgefälles geschah mittels Manometers, das 240 mm über dem Einlaufquerschnitt saß, die Messung des Vakuums erfolgte an einem am Turbinengehäuse wassergeschützt angebrachten Vakuummeter. In der folgend gegebenen Zahlentafel, die die Versuchsergebnisse enthält, bedeutet:

- a die Eröffnungsweite der Turbinendüse, gemessen in mm nach der Skala der Handradspindel,
- Q die Beaufschlagungswassermenge in l/s,
- n die minutliche Drehzahl,
- N die abgebremste Turbinenleistung in PS,
- H_d die manometrische Druckhöhe in Düsenhöhe (Ablesung plus 240 mm) in m,
- N_s die Höhe der Düse über dem Unterwasserspiegel (Höhenunterschied zwischen Unter- und Zwischenwasserspiegel vermehrt um die Höhe der Düse über dem Zwischenwasserspiegel (rund 600 mm) in m,
- h_s den Unterdruck im Turbinengehäuse in m Wassersäule,
- H gleich $H_d + H_s$, das Gesamtgefälle in m,
- q die angesaugte Luftmenge in l/s, auf Atmosphärendruck bezogen,
- h den Höhenunterschied zwischen Unter- und Zwischenwasserspiegel in m,
- η_s den Wirkungsgrad der Saugsäule, $100\ h_s / h$,
- ε_t einen Proportionalwert des Wirkungsgrades der Turbine, $100\ N/Q \cdot H$,
- t die Ansaugedauer des Saugrohres in s,
- T die Periodendauer der Vakuumschwankungen in s.

*) Die Patentschrift siehe in der Zeitschrift „Die Mühle" Nr. 46 vom 18. XI. 21.

Digitized by Google

Messungsergebnisse.

Nr.	a	Q	n	N	H_d	H_s	H	h_s	h	q	t	T	η_s	ε_t	Bemerkungen
1	2	0.4	355	0.00	17.24	2.542	19.782	0.00	1,942	0.0	∞	—	0	0	
2	10	7.8	353	1.14	17.24	2.470	19.710	0.75 ≈ 0.95	1.870	0.7	31	1 ≈ 3	40 ≈ 45	74	[1]
3	10	7.6	328	1.29	17.24	2.470	19.710	0.80 ≈ 1.00	1.870	—	—	—	43 ≈ 54	86	
4	10	7.3	450	1.01	17.24	2.470	19.710	1 00	1.870	1.3	—	—	54	70	
5	10	6.9	355	1.10	17.24	2.470	19.710	0.00	0.00	—	—	—	—	81	
6	20	12.8	353	1.98	17.14	2.455	19.595	0.60 ≈ 1.10	1.855	3.1	13.5	7 ≈ 8	32 ≈ 59	79	[2]
7	20	12.8	360	2.02	17.14	2.455	19.595	1.10	1.855	—	—	—	59	81	[3]
8	20	13.0	316 ≈ 328	2.21 ≈ 2.29	17.14	2.455	19.595	1.10	1.855	2.8	—	—	59	87 ≈ 90	
9	20	13.0	420 ≈ 425	2.06 ≈ 2.09	17.14	2.455	19.595	1.10	1.855	—	—	—	59	81 ≈ 82	
10	20	12.6	345	1.94	17.14	2.455	19.595	0.00	0.00	—	—	—	—	78	
11	30	18.4	350 ≈ 360	2.69 ≈ 2.77	16.44	2.415	18.855	0.40 ≈ 1.10	1.815	3.4	5	1 ≈ 30	22 ≈ 61	78 ≈ 80	[4]
12	30	18.4	322 ≈ 330	2.71 ≈ 2.78	16.44	2.415	18.855	0.40 ≈ 0.70	1.815	—	—	—	22 ≈ 39	78 ≈ 80	
13	30	18.4	260	2.19	16.44	2.415	18.855	1.30	1.815	—	—	—	72	63	[5]
14	30	18.4	400 ≈ 410	2.80 ≈ 2.87	16.44	2.415	18.855	0.40 ≈ 0.70	1.815	—	—	—	22 ≈ 39	81 ≈ 83	[6]
15	30	18.0	347	2.68	16.34	2.415	18.755	0.00	0.00	—	—	—	—	79	
16	40	25.7	350 ≈ 420	3.00 ≈ 3.60	15.44	2.370	17.810	0.60 ≈ 1.30	1.770	4.0	9	2 ≈ 20	34 ≈ 74	66 ≈ 79	[7]
17	40	25.7	435 ≈ 445	3.41 ≈ 3.49	15.44	2.370	17.810	1.30	1.770	—	—	—	74	75 ≈ 76	
18	40	25.7	430 ≈ 445	3.98 ≈ 4.11	15.44	2.370	17.810	1.30	1.770	—	—	—	74	87 ≈ 90	
19	40	24.0	415	3.55	15.34	2.370	17.710	0.00	0.00	—	—	—	—	83	

Bemerkungen: [1]) In einer Periode von 5.5 s. wird nur während 2 s. angesaugt.
[2]) In einer Periode von 10.0 s. wird nur während 6 s. angesaugt.
[3]) Störende Strömungen verringern sich vorübergehend.
[4]) Nicht mehr periodisches, sondern fortwährendes Luftansaugen.
[5]) Störende Strömungen vergrössern sich vorübergehend.
[6]) Vakuum vorübergehend ruhiger.
[7]) Wie bei Versuch 11 und 13 (Bemerkung 4 und 5).

Auswertung der Versuchsergebnisse:

1) Die Turbine mit Saugrohrbelüftung arbeitet sehr unregelmäßig, so daß sie ohne Saugwirkung in einigen Einzelfällen sogar höhere Wirkungsgrade aufweist, als mit Saugwirkung. Daher gehen auch größere Feinheiten verloren.

2) So namentlich der Einfluß des Vakuums auf den Luftwiderstand bei der Laufraddrehung. So stellt Versuch 1) die Leerlaufarbeit dar, und beträgt diese bei $Q \cdot H = 0.4 \times 19.782$ nur 2 v. H. des Volleistungswertes 22.3×18.75; bei den geringen überhaupt vorkommenden Luftverdünnungen — bis 1.3 m Wassersäule — ist ein Einfluß der Luftverdünnung auf den Luftwiderstand nicht nachzuweisen, der ja nur einen Teil der Leerlaufarbeit darstellt.

3) Wie erwartet ist der Wirkungsgrad des belüfteten Saugrohres gering, nur bei den Versuchen mit Vollbeaufschlagung erhebt sich η_s zu der annehmbaren Höhe von 74 v. H.

4) Die eingesaugte oder verschluckte Luftmenge konnte wohl nicht genau ermittelt werden. Doch stellen die angegebenen Werte immerhin Mittelwerte oder Vergleichszahlen dar. Das Verhältnis q/Q erreicht fast gesetzmäßig in den bereits lobend erwähnten Versuchen 16—18 mit 0.16 einen Kleinstwert, was darauf schließen läßt, daß bei $q = 0$, also bei entlüftetem Saugrohr sich der günstigste Wirkungsgrad des Saugrohres mit den geringsten Leistungsschwankungen ergeben müßte.

5) Drehzahländerungen üben keinen Einfluß aus.

6) Sehr zu beachten ist auch die sehr geringe Zeitdauer, die zur Herstellung des Vakuums erforderlich ist, und erreicht

Digitized by Google

diese Zeit sogar schon bei 3/4 Beaufschlagung ihren Kleinstwert. Die Kürze dieser Zeit ist ein Beweis für die hohe Saugkraft der Freistrahl-Saugstrahlturbine.

7) Die Periodendauer T der Vakuumschwankungen wächst bei höheren Beaufschlagungen — wo q/Q abnimmt —, was darauf schließen läßt, daß T bei $q = 0$, also bei entlüftetem Saugrohr überhaupt unendlich wird; was mit einem Aufhören der Schwankungen gleichbedeutend wäre.

Zusammenfassend kann für eine Freistrahl-Saugstrahlturbine mit entlüftetem Saugrohr gefolgert werden:

Die Freistrahlturbine besitzt sehr hohe Saugkraft. Mit entlüftetem Saugrohr steigt der Wirkungsgrad der Saugsäule. Die Vakuumschwankungen verschwinden bei entlüftetem Saugrohr, demnach auch die Leistungsschwankungen. Drehzahländerungen haben keinen Einfluß auf die Saugkraft.

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Wasserkraft und Elektrizitätsversorgung im norwegischen Nordlandgau. Nach den Mitteilungen von Oberingenieur H. Selmer-Andersen im „Teknisk Ukeblad" 1923, Nr. 24, ist der norwegische Nordlandgau sehr reich an Wasserkräften. Er verfügt etwa über 1,5 Millionen Pferdekräfte und steht nach der Güte der Wasserkräfte unter den norwegischen Gauen an zweiter Stelle. Er wird nur übertroffen von Hordaland. Von dem überwiegenden Teil dieser Wasserkraft kann auf Grund der allgemeinen vom Wasserkraftressort vorgenommenen Untersuchungen gesagt werden, daß er wirtschaftlich ausnützbar ist. Eine Reihe von Wasserfällen kann sogar verhältnismäßig billig ausgebaut werden. Etwa 800 000 PS. oder etwas über die Hälfte der obengenannten Energiemenge ist im Besitze des Staates, während der Rest sich in privaten Händen befindet. Der Rössaa ist der bedeutendste Wasserlauf im Nordlandgau. Er bildet von Rößvatn bis zum Meer eine Reihe von Wasserfällen, die zusammen etwa 270 000 Pferdestärken ergeben. Mehrere von diesen Wasserfällen sind günstig auszubauen und auf Grund seiner Lage im Herzen von Helgeland würde der Rössaa die besten Grundbedingungen als eine bedeutende Kraftquelle in diesem Distrikt besitzen. Aber es ist auch eine Reihe anderer größerer Wasserläufe vorhanden, von denen besonders Veßna, Ranenelv, Bjerka, Saltdalselv, Sulitjelmafluß und Elvegaardselv hervorzuheben sind. Diese geben zusammen etwa 600 000 PS. Ausgebaut sind im Nordlandgau bisher gegen 70 000 PS. Hiervon fallen auf den Glomfjord allein etwa 50 000. Von anderen industriellen Anlagen, die elektrische Energie beanspruchen, kann die Sulitelmagesellschaft genannt werden, die gegen 3000 PS. ausgebaut hat, die A. G. Bjötkaasea Gruben, die vorläufig über 2200 PS. verfügen, und die A. G. Nordland Portlandzementfabrik mit etwa 2000 PS. Außerdem besteht eine Anzahl von kleinen industriellen Anlagen wie Häringsölfabriken, Schreinereifabriken u. a. — Der übrige Teil der ausgebauten Wasserkraft ist für allgemeine Elektrizitätsversorgung der Anwesen verwendet. Die Elektrizitätswerke stehen wesentlich in Beziehung zu den Ortschaften, während die Land- und Meeresdistrikte mit elektrischer Energie noch spärlich ausgestattet sind. Vom Nordlandgau kann man im großen ganzen sagen, daß er sich, was die allgemeine Elektrizitätsversorgung betrifft, noch in einem vorbereitenden Entwicklungsabschnitt befindet.

Daß ein verhältnismäßig so geringer Teil der Wasserkraft des Gaues bisher ausgenützt worden ist, ist in erster Linie geographischen Verhältnissen und der dünnen Bebauung zuzuschreiben. Der Nordlandgau bietet in geographischer Hinsicht das bezeichnende Bild einer zerklüfteten Küstenlandschaft. Seine größten Wasserfälle liegen in den Tälern und Fjorden, aber der überwiegende Teil der Bevölkerung wohnt längs der Küste, besonders auf den Inseln und abgeschieden an Fjord und Sund. Dies im Zusammenhang mit mangelhaften Verkehrsverbindungen hat bisher eine entsprechende Ausnützung der elektrischen Energie in größerem Maße gehemmt. Hierin wird zweifellos eine Aenderung eintreten, wenn die Nordlandbahn gebaut sein wird, da diese Bahn größtenteils den Talniederungen im Innern des Landes folgt. Diese Talsenken mit ihren reichen Möglichkeiten könnten eine vervielfachte Bevölkerung aufnehmen, aber Grundbedingung hierfür ist, daß eine schnelle und sichere Verbindung mit der Außenwelt erreicht wird.

Von Seite des Elektrizitätsversorgungsausschusses liegt ein vollständiger Plan für die Energieversorgung des Nordlandgaues als ein Glied in dem großen Landesplane für die Elektrizitätsversorgung, der jetzt nahezu fertig ist, vor. Der Plan setzt eine Aufteilung des Landes in Kraftversorgungsbezirke vor. Jeder Bezirk besteht aus den Kreisen oder Distrikten, die natürlicherweise zusammengehören und die zweckmäßig von ein und derselben Kraftquelle versorgt werden können. In jedem Bezirk hat man sonach die Energiequelle gewählt, die am besten paßt und die bei schrittweisem Ausbau hinreichende Energie für künftigen Bedarf liefern kann. Man hat den Gau in 20 solche Bezirke aufgeteilt. In keinem anderen Gau des Landes sind es so viele. — Es würde zu weit führen, hierauf näher einzugehen. Es soll nur erwähnt werden, daß in den Plan etwa 135 000 von den 173 000 Bewohnern des Nordlandgaues einbezogen sind. Die Gesamtanlagekosten für Kraftanlagen und Leitungsnetze zusammen schwanken etwas mit den verschiedenen Baustufen, können aber im Durchschnitt zu 50 Millionen Kronen angesetzt werden.

Die Kraftversorgung im Nordlandgau gründet sich im wesentlichen auf gegenseitige gemeindliche Zusammenschlüsse. Als reines Gauunternehmen wird es schwerlich durchgeführt werden. Dazu ist der Gau zu ausgedehnt und die Interessen sind zu verschiedenartig. Dazu kommt, daß ein recht großer Teil der Bewohner in absehbarer Zukunft sich elektrische Energie nicht leisten kann. Dagegen wäre es denkbar, daß der Gau die gegenseitigen gemeindlichen Zusammenschlüsse mit gewissen Hundertsätzen unterstützt. Wenigstens wäre es naturgemäß und vernünftig, daß der Gau auf diese Weise einer so wichtigen Sache wie der Elektrizitätsversorgung vorwärts hilft.

Zurzeit ist nur eine größere Anlage in der Ausführung begriffen, nämlich die Bodinkraftanlage, die Bodö Ort und die benachbarten Bezirke, den Saltendistrikt, der zu den besten Distrikten im Gau gehört, versorgen soll. Die Anlage ist schon weit vorgeschritten und, wenn alles gut geht, soll sie bis nächsten Herbst abgabefähig sein.

Dr. S.

Finnlands Wasserkräfte. Finnland, das Land der tausend Seen, ist ungefähr bis zu ein Zehntel mit Wasser bedeckt. Die Hauptseen liegen etwa 70—80 m über dem Meeresspiegel. Man unterscheidet hauptsächlich drei Bewässerungssysteme: das östliche mit einer Fläche von 6700 qkm, durchströmt vom Wuoksen, der vom Saimoa-See kommend in den Ladoga-See mündet, das mittlere mit 37 000 qkm Flächeninhalt, durchströmt vom Kymmene, der sich in den Golf von Finnland ergießt, und das westliche mit 27 000 qkm, durchströmt vom Kumo, der in den Bothnischen Meerbusen mündet. Die verfügbare Energie des Wuoksen beläuft sich im Mittel auf ungefähr 400 000 PS., von denen bis jetzt zirka 14 000 PS. nutzbar gemacht sind. Der Staat beabsichtigt noch weitere 100 000 PS. auszuwerten. Der Kymmene verfügt über zirka 200 000 PS. und der Kumo über zirka 120 000. Der Ulea hat ein

Digitized by Google

Zuflußgebiet von 23 000 qkm. ein Gefälle von 122 m und die freiwerdenden Kräfte in seinen Stromschnellen beziffern sich auf ungefähr 275 000 PS. Der Kemi mit einem Zuflußgebiet von 50 000 qkm hat ein Gefälle von 147 m und in seinen Stromschnellen eine mittlere freiwerdende Kraft von 460 000 PS. Der Pasvik an der norwegischen Grenze entwässert ein Gebiet von 18 900 qkm, seine mittlere Ausbuchtung, der Enare-See, liegt 118 m über dem Meere. Er verfügt über 125 000 PS., von denen 25% auf norwegisches Gebiet entfallen. Die Wasserkräfte Finnlands belaufen sich insgesamt auf zirka 2½ Millionen PS. („Water and Water Eng." 1923, Nr. 292.) N.-Kn

Wasserkraftmaschinen

Ueber eine **säurefeste Turbine** für Betrieb mit verdünnter Schwefelsäure berichtet E.T.Z. 1923, H. 31, S. 733 (nach „Electrician" 1923, S. 573). Die Stadt Manizales in den Anden (Columbien), welche nur über ein Gebirgswasser mit hohem Gehalt an Schwefelsäure verfügt, hat eine Peltonturbine von 500 PS. Leistung unter 76 m Gefälle aufgestellt, bei welchem alle mit dem „Wasser" in Berührung kommenden Teile aus Bronze, Messing oder Monelmetall[1]) gefertigt sind. Rdl.

Kurze Nachrichten

Wasserkraftnutzung.

Hirschberg. Die Stadt beabsichtigt die Errichtung mehrerer Wasserkraftanlagen. — Oldenburg. Der Plan eines Wasserkraftwerks bei der Schleuse Oldenburg wurde genehmigt. — Schwanowitz. An der Schleuse Schwanowitz hat vor einigen Wochen der Bau des Wasserkraftwerkes begonnen, das dort die Stadt Breslau zur Erzeugung von elektrischem Strom für ihren Bedarf errichtet. — Schwerin. Die Errichtung eines Wasserkraftwerkes in Bobzin bei Lübz ist geplant. — Oberaudorf (Bay.). Die Wasserkräfte der Gfallermühle sollen durch den Einbau einer modernen Turbine besser ausgenützt werden. — Leutenberg. Die Vorarbeiten für die geplante Erbauung einer Sormitztalsperre sind soweit gediehen, daß mit dem baldigen Beginn des Baues gerechnet werden kann. — Wegscheid (Niederbay.). Das Haselbach-Kraftwerk mit 800 PS. soll sofort zum Ausbau durch eine Industriegruppe in Angriff genommen werden. — Liegnitz (Schlesien). Für den Ausbau der unteren Katzbach wurden 75 Millionen bewilligt.

Wasserversorgung.

Geestemünde. Die Stadt Geestemünde beabsichtigt die Vergrößerung des Wasserwerkes. — Für den Ausbau des Fischereihafens will der preußische Staat 62 Milliarden Mark aufwenden. — Marktredwitz (Bay.). Die Porz.-Fabrik F. Thomas erbaut eine Wasserleitung mit Pumpwerk an der Thomasfabrik. — Vlotho (Westf.). Die Herstellung einer Wasserversorgungsanlage ist geplant. — Wiedenitzsch (bei Leipzig). Die Gemeinde beabsichtigt die Legung der Wasserleitung. — Schkeuditz. Die Vergrößerung des Wasserwerks mit Turbineneinbau wurde vom Magistrat genehmigt. — Pyrmont. Der Bau einer Wasserleitung in Hagen bei Pyrmont ist geplant. — Witten. Zum Zwecke der Fortführung des Baues der Wasserversorgungsanlage genehmigte die Stadtverwaltung 1 Milliarde Mark. — Bautzen. Die Gemeindeverwaltung in Wilthen beabsichtigt den Bau einer Gemeindewasserleitung. — Beckum. Im Kreise werden in der nächsten Zeit große Neuanlagen für Wasserwerke in Angriff genommen. — Bliesransbach. Ein Projekt zur Verbilligung der Wasserversorgung durch Ausnutzung des natürlichen Wasserdruckes soll aufgenommen und gefördert werden. — Calbe (Milde). Für den Bau eines Gruppenwasserwerks für die Gemeinden Wiepke, Groß- und Klein-Egersen, Schenkenhorst, Ekstedt und Calbe wurde vom Landwirtschaftsministerium ein größerer Zuschuß bewilligt. Die Vorarbeiten haben bereits begonnen.

Be- und Entwässerungen

Günzburg (Bay.). Nach längeren Verhandlungen wurde die Entwässerung des Donauriedes bei Günzburg in den Gemeinden Riedsend, Günzburg, Reisenburg und Gundelfingen in Angriff genommen. Das Unternehmen erstreckt sich auf eine Fläche von rund 1000 ha stark versumpften und bei Niederschlägen überschwemmten Talgebietes. — Dinkelsbühl (Bay.). Das Stadtbauamt hat die Erweiterung der Kanalisation am Fichtelbergweg in Angriff genommen. — Buer. Das städtische Tiefbauamt hat das Projekt der Kanalisation des Lauterbaches in Angriff genommen. — Breslau. Der Provinziallandtag stellt zum Ausbau der Hochwasserflüsse 200 Millionen Mark zur Verfügung.

[1]) E. T. Z. 1922, S. 281.

PETER BAUWENS
BAUUNTERNEHMUNG — KÖLN A. RH.
WASSERKRAFTANLAGEN, GROSSWASSERSTRASSEN, BAGGERUNGEN, TALSPERREN
STOLLENBAUTEN, KRAFTHÄUSER
SCHLEUSEN, BRÜCKEN
— GROSSER GERÄTEPARK —
330

Digitized by Google

Abwässerreinigung.

Mayen. Die Errichtung einer Kläranlage wurde in der letzten Stadtverordnetensitzung beschlossen. Die Herstellungskosten sind nach dem Stand vom Juli auf 75 Millionen Mark veranschlagt.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Elektrotechnik. Hochspannungsleitungen in gebirgigem Gelände. Von Ing. H. Grünholz. E. & M. 1923, Heft 28, S. 401—411, mit 19 Abb. — Rechnerische Behandlung von Durchhang und Leitungszug, des Unterschiedes der Spannweiten in benachbarten Leitungsfeldern und der Höhenunterschiede der Stützpunkte; konstruktive Lösungen der Mastköpfe; Weitspannungen (Talüberspannungen) unter Berücksichtigung günstiger Mastenstandorte.

— Reinigung und Durchschlagsfestigkeit von Transformatoröl. — Reinigungsmethoden und deren Einfluß auf die Durchschlagsfestigkeit. Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien, 1923, H. 31, S. 455 (nach F. Schröter, Arch. f. Elektrob., Bd. XII, H. 1, 1923).

— Fortschritte im Turbogeneratorenbau. Von Dr.-Ing. R. Pohl, AEG-Turbinenfabrik. „E. T. Z." 1923, H. 31, S. 729—731, 8 Abb. (Forts. folgt). — (Leistungssteigerung in den letzten zehn Jahren, die Mittel hierzu; Schutzeinrichtungen. — Bei der steten Steigerung der Leistungen und Drehzahlen im Wasserturbinenbau verschiebt sich auch auf dem Gebiet der Wasserkraftanlagen das Interesse immer mehr gegen die Turbo-Bauart zu. — D. Schriftltg.)

— Fortschritte im Turbogeneratorenbau. Von Dr.-Ing. R. Pohl. E. T. Z. 1923, Heft 32, S. 759—762 mit 7 Abb.) (Fortsetzung). — Weitere Schutzmaßnahmen für Turbogeneratoren großer Leistung: Ueberspannungsschutz, bes. gegen die Folgen von Transformatorendurchschlägen. Relaisschutz zum sofortigen Abschalten bei inneren Fehlern. Brandlöschvorrichtungen, bes. mit Dampf. Ventilationsfragen, Kühlung mit rückgekühlter Luft.

Wirtschaftliches. Zur Frage der Indexberechnung. Von Dr. L. Fleischmann. „E. T. Z." 1923, Heft 31, S. 734/35, 1 Abb. — (Ein Index, der bei verschiedenartiger Steigerung der Preise der einzelnen Waren die Kaufkraft konstant erhält, ist unmöglich. Dagegen kann man dieser Forderung näherkommen, wenn man die Summe der Quadrate der Abweichungen von 1 zu einem Minimum macht.)

Wasserkraftnutzung. Ueber nordamerikanische Wasserkräfte. Entstehung und Entwicklung der Hydro-Electric Power Commission der Provinz Ontario in Kanada. Von Reg.-Baumeister Detig. „Deutsche Wasserwirtschaft" 1923, H. 7, S. 101—107, 6 Abb. — (Organisation und Entwicklung der die Kraftwerke kontrollierenden staatlichen Organisationen.)

— Der französische Staat und die Ausnutzung der Wasserkräfte. Von G. Tochon. „Le Génie Civil" 1923, Bd. 82, Nr. 11, S. 256—260. (Ueberblick über den Einfluß des Staates auf die Ausnutzung der Wasserkräfte.)

— Zement und Mittlere Isar. Von Dr. Seißner. „Zement" 1923, Nr. 13/14, S. 98/99, 105—108, 9 Abb. (Beschreibung der Betonbauwerke, insbesondere des Arbeitsvorgangs beim Betonieren der Kanalböschungen mit Hilfe eines neuen Böschungswagens.)

— Die staatlichen Kraftwerke Schwedens. „E. T. Z." 1923, H. 31, S. 736—738, mit 3 Abb. (Bericht über eine Denkschrift der kgl. Wasserfalldirektion in Stockholm (1921) mit Angaben über die Großkraftwerke Trollhättan, Porjus, Aelvkorleby, Västeros und Motala.

Wasserbau. Beiträge zur praktischen Biologie der Wandermuschel Dreissensia po-

Elektromotor München G. m. b. H.

Lagerliste ab 10. September 1923:

I. Neue Drehstrom-Motore mit Kurzschluß-Anker und Kupferwicklung ohne Sterndreieck-Schalter.

St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat
1	1,5	220/380	1450	Pöge	1	2,04	380/660	950	Bergmann
2	2	120/210	1450	„	2	3	220/380	1450	BEW Neumarkt
1	2,04	220/380	950	Bergmann					

II. Neue Drehstrom-Motore mit Schleifring-Anker und Kupferwicklung mit Anlasser.

2	2,04	220/380	1450	Bergmann	1	7,5	120/210	1450	Pöge BAV
1	3	120/210	1450	Pöge	1	7,5	220/380	1450	Ziehl-Abegg „
1	3	220/380	1450	SSW	1	10	220/380	1450	Löcknitz Els. W. ohne BAV
3	3,06	220/380	1450	Bergmann					
2	4	120/210	1450	Pöge	1	10	120/210	1450	Pöge BAV
1	4	220/380	1450	SSW	1	10	220/380	1450	Ziehl-Abegg „
5	4,08	220/380	1450	Bergmann	1	12,5	115/200	1450	Pöge „
2	5	120/210	1460	Pöge	1	12,5	220/380	1450	Ziehl-Abegg „
1	5	220/380	1450	Batky	1	15	220/380	1450	BEW Neumarkt „
2	5,1	220/380	1450	Bergmann	1	15	220/380	1450	Heidenau „
1	6,1	220/380	1450	Heidenau	1	15	220/380	750	Maffei-Schw. „
2	6	120/210	1450	Pöge BAV					

Preise auf Anfrage. — Zwischenverkauf vorbehalten.

ELEKTROMOTOR MÜNCHEN G.M.B.H.

Lindwurmstr. 70 a **Telefon Nr. 73671**

Digitized by Google

An unsere Leser und Inserenten!

Die eingetretenen katastrophalen Verhältnisse im gesamten deutschen Wirtschaftsleben haben sich besonders im Buchdruck- und Verlagsgewerbe ausgewirkt. Die Branche war seit Jahren infolge der enormen Papierpreise usw. in einer bedrängten Lage. Durch die sich überstürzenden Verhältnisse und durch die notwendigen Lohnzahlungen haben wir im letzten Monat bei der „Wasserkraft" viele Hundert Millionen Mark verloren.

Um nur ein Bild von den Schwierigkeiten zu geben, in denen wir uns befinden, erwähnen wir, daß in der Zeit vom 2.—8. Sept. ein Setzer Mk. 57 Millionen Wochenlohn erhält. 1 kg satiniertes Druckpapier, auf dem die „Wasserkraft" gedruckt wird, kostet heute Mk. 3,566.000.—, die Preise für Farben usw. sind entsprechend hoch. Der Preis für ein Minimalklischee ist Mk. 83.207.000.—.

Wir haben im August ein Monatsabonnement von Mk. 100.000.— von unseren Lesern verlangt, während in der zweiten Hälfte des Monats August der Exemplarpreis einer Zeitung bereits über Mk. 100.000.— betrug. Der Abonnementbetrag für Monat August ist trotz der fortgeschrittenen Geldentwertung von den meisten Abonnenten heute noch nicht bezahlt. Eine Nachnahmekarte kostet heute ca. 12.000.— Mk., hierzu kommen noch die hohen Schreibkosten.

Die vorliegenden Inseratenaufträge wurden zum großen Teil bereits vor Jahresfrist zu sehr niedrigen Preisen hereingenommen. Ein großer Teil der Inserenten ist infolge der Verhältnisse nicht in der Lage, höhere Summen für Reklame aufzubringen, oder zeigt im Gegensatz zu seinen eigenen Verhältnissen kein Verständnis für unsere Lage. So hat eine der größten deutschen Firmen der Elektrobranche dieser Tage an uns die Zumutung gestellt, ihre ganzseitige Anzeige für Mk. 150.000.— zu veröffentlichen.

Da wir bei der Post einen Monat voraus schon unsere Bezugsgebühren angeben müssen, ist es uns nicht mehr möglich, Bestellungen, die uns durch das Zeitungspostamt zugehen, auszuführen und bitten daher alle Leser, bei uns direkt zu bestellen.

Im Monat August wurde bei der Post eine Abonnementgebühr von Mk. 5000.— und im September Mk. 30.000.— eingefordert, sodaß unsere Postabonnenten für August Mk. 95.000.— und September Mk. 570.000.— insgesamt Mk. 665,000.— direkt an den Verlag nachzubezahlen haben.

In Zukunft müssen wir unbedingt auf Bezahlung der Abonnementgebühren am Anfang des Monats bestehen und ersuchen unsere Leser von der beiliegenden Zahlkarte sofort Gebrauch zu machen. Es ist uns nicht mehr möglich für derartige kleine Beträge Rechnungen zu versenden, deren Porto und Unkosten beinahe soviel ausmachen, wie das ganze Abonnement. Da wir im September nur eine Doppelnummer herausgeben, berechnen wir für diesen Monat nur Mk. 600.000.—. Die direkten Bezieher bei der Post ersuchen wir gleichfalls, die Nachzahlung in Höhe von Mk. 570.000.— sofort zu überweisen. *Richard Pflaum Verlag.*

Digitized by Google

lymorpha und ihrer Bekämpfung in Wasserwerken. Von Prof. Dr. J. Wilhelmi. „Deutsche Wasserwirtschaft" 1923, H. 7, S. 107—109, 1 Abb (Forts. folgt). — (Untersuchung über die Lebensbedingungen der bei starkem Auftreten sogar bis zu Betriebsstörungen (Glambachseewerk) führenden Muschel.)

— Der Treffpunkt des Wasserstrahls eines Ueberfalls mit dem Boden. Von Prof. A. Deischa, Moskau. „Schweizerische Bauzeitung" 1923, Nr. 14, S. 171, mit 2 Abb. (Graphische Methode zur Bestimmung des Treffpunktes der fallenden Wassermenge mit dem Boden.)

— Das Verhalten der beweglichen Sohle in geschiebeführenden Flüssen bei steigendem und fallendem Wasser. Von Min.-Rat a. D. Dr. Ing. Faber, München. „Bautechnik" 1923, Nr. 15, S. 147—150. (Ergebnis von Beobachtungen an den süddeutschen Flüssen. Vorschläge für weitere Untersuchungen.)

— Aufhöhung der Talsperre bei Neustadt (Südharz). Von Reg.-Baumeister a. D. Onneken. „Deutsche Wasserwirtschaft" 1923, H. 7, S. 109—111, 3 Abb. (Vorgehen bei der Erhöhung der Nordhauser Talsperre durch Beton mit Bruchsteinverkleidung.)

Wasserstraßen. Entwurf eines Schiffshebewerkes von 36 m Hub „Bauart Harkort". (Zweiter Abstieg des Hohenzollernkanals bei Niederfinow.) Von Dr. Ing. Karner, Dortmund. „Bauing." 1923, Nr. 10, Seite 286—294, 4 Abb. (Beschreibung der Gesamtanlage und konstruktiven Durchbildung sowie des Betriebs des Hebewerkes. Ueberblick über Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit.)

Wasserkraftmaschinen. Der 40000 kVA Wasserkraft-Generator der Shawinigan Falls Centrale. Von J. R. Johnson. „General Electric Review" 1923, Bd. 26, Nr. 5, S. 263—68, 7 Abb. (Entwurf und Aufbau des Generators.)

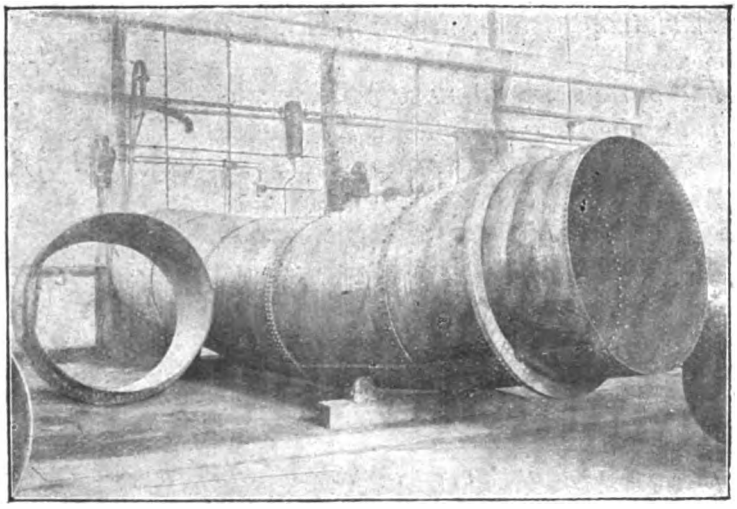
Talsperren. Die Erhöhung der Talsperre der Stadt Nordhausen (Harz). Von E. Mattern, Potsdam. „V. D. J." 1923, Nr. 25, S. 613—16, 8 Abb. (Besprechung des Entwurfs und anschließend Erörterung von grundsätzlichen Fragen und Neuerungen aus der Berechnung und Bauweise von Talsperren, insbesondere soweit Wasserunterdruck, Randspannungen, Gleitsicherheit und Gewölbewirkung in Frage kommen.)

Abwasserverwertung. Sumpfgasgewinnung aus dem Abwasser-Klärschlamm der Abwasser-Kläranlage Erfurt. Von Ing. Straßburger, Erfurt. „Ges. Ing." 1923, Heft 25, S. 233—36, 4 Abb. (Angaben über seit 1913 durchgeführte Versuche an den Erfurter Versuchstrichtern.)

Energiewirtschaft. Energiewirtschaft. Von Ob.-

454

DRUCKROHRLEITUNGEN


Teil einer Turbinenleitung.

Behälter
Kessel
Reservoire
Eisen-Wasserbauten
Eisen-Konstruktionen aller Art

LINKE-HOFMANN-LAUCHHAMMER AG.
Abteilung Eisenbau, Riesa a./E.

Digitized by Google

Ing. R. Reischle, Konstanz. Zeitschr. d. bayer. Revisions-Vereins 1923, H .12, S. 89—91, H .13, S. 101—104, H. 14, S. 109—112 (Forts. folgt). — (Wesen, Bedeutung und Zweck der Energiewirtschaft. Die einzelnen Energiequellen: I. Die Kohle. Arten, Vorkommen und Eigenschaften; statistische Angaben hierüber und über die Wirtschaftlichkeit deren Verwendung; Abfallwärme und Abfallkraft.)

Geschäftliches

Neue Kraftwerk-Aktiengesellschaft in München. Zur Erwerbung, Verwertung und der Wasserrechtskonzession und zum stufenweisen Ausbau der Unteren Isar wurde am 26. Juli 1923 die „Untere Isar A.-G." in München mit einem Kapital von 500 Millionen Mark gegründet. Gründer der Gesellschaft sind:

Der Isarstädteverband;
der Landwirtschaftliche Bezirksverein Straubing;
Graf Georg v. Preysing-Lichtenegg-Moos;
Justizrat Dr. Anton Mössmer II, München;
Ingenieurbüro Hallinger, München, und
die Preysing-Bank, Seidenschwarz & Co., Deggendorf.

Zum Vorstand wurde Zivilingenieur Hallinger, München, bestellt. Der erste Aufsichtsrat besteht aus

Justizrat Dr. Anton Mössmer II, München, als 1. Vors.,
Generaldirektor Dr. jur. J. Gentes, München, als 2. Vors.,
Graf Georg v. Preysing, Lichtenegg-Moos,
Bürgermeister Dr. Albrecht, Deggendorf,
Bankdirektor Max Seidenschwarz und
Direktor Hans Wutzlhofer, jun., München.

Die Ausnutzung der rund 40 000 PS. = 1200 Millionen kWst betragenden mittleren Kraftleistung der zwei ersten Stufen der Unteren Isar soll in Seitenkanälen nach und nach erfolgen. Diese sollen später die Schiffahrt aufnehmen. Mit der Herstellung des Entwurfes für die beiden ersten Werke ist das Ingenieurbüro Hallinger, München, betraut. Mit dem Bau der 1. Stufe soll spätestens im Herbst d. J. begonnen werden, so daß der Betrieb mit einer Leistung von 25 000 PS. in etwa einem Jahre aufgenommen werden dürfte.

Wertbeständige Anleihe. Die Zeichnung auf die wertbeständige Anleihe des Deutschen Reiches nimmt am 15. August ihren Anfang. Im Anzeigenteil dieser Nummer werden die Bedingungen für die Zeichnung bekanntgegeben. Danach lauten die Stücke sowohl auf Dollar als auch auf Mark, und zwar werden Stücke von 1 Dollar bis zu 1000 Dollar ausgefertigt.

Die großen Stücke von 1000 Dollar bis zu 10 Dollar einschließlich tragen 6 Prozent Zinsen, die jährlich zahlbar sind. Die Stücke von 5 Dollar abwärts werden ohne Zinsscheine ausgefertigt. Sie werden im Jahre 1935 zu 170 Prozent, also mit einem Aufschlage von 70 Prozent zurückgezahlt, die großen Stücke hingegen nur zum Nennwerte, d. h. zu 100 Prozent. Ein Anleihestück über 10 Dollar würde also im Jahre 1935 mit dem Gegenwert von 10 Dollar, berechnet nach dem New-Yorker Wechselkurse, zahlbar sein; ein Stück über 1 Dollar mit dem Gegenwert von 1,70 Dollar.

Um den Zinsenbedarf für eine Anleihe bis zu 500 Millionen Mark Gold zu decken, sieht eine von der Reichsregierung den gesetzgebenden Körperschaften vorgelegter Gesetzentwurf die Ermächtigung für die Reichsregierung vor, Zuschläge zur Vermögenssteuer zu erheben. Zur besonderen Sicherung der Kapitalrückzahlung ermächtigt der Gesetzentwurf die Reichsregierung, die einzelnen Vermögenssteuerpflichtigen nach dem Verhältnis ihres steuerbaren Vermögens zur Aufbringung des Kapitalbedarfs heranzuziehen. Demnach sind Zinsen und Kapitalrückzahlung der Anleihe durch die Gesamtheit der deutschen Privatvermögen sichergestellt. Die Anleihe ist zudem mit besonderen steuerlichen Vorzügen ausgestattet: Selbstgezeichnete Anleihe ist von der Erbschaftssteuer frei;

Zur Leipziger Messe: Haus der Elektrotechnik, Stand Nr. 79.

Digitized by Google

auf Umsätze in der Anleihe ist keine Börsenumsatzsteuer zu entrichten.

Die Einzahlung auf die neue Anleihe kann in hochwertigen Devisen, in Dollarschatzanweisungen oder in Mark (auf Grund des New-Yorker Wechselkurses) vorgenommen werden. Erfolgt sie in Devisen oder Dollarschatzanweisungen, so beträgt der Zeichnungskurs bis auf weiteres 95 Prozent, erfolgt sie in Mark, 100 Prozent. Eine Erhöhung des Zeichnungspreises bleibt vorbehalten.

Zeichnungsstelle ist die Reichsbank, ferner fungiert eine große Anzahl von Banken, Bankfirmen und sonstigen Geldinstituten als Annahmestellen für die Zeichnung. Es kann aber der Zeichner auch jede andere nicht als Annahmestelle bestellte Bank oder Bankfirma mit der Zeichnung beauftragen.

Deutsche Patentschau,

zusammengestellt von Geheimen Regierungsrat Max Wille, Oberregierungsrat a. D. Beratender Ingenieur in Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenangelegenheiten. Berlin W 66, Mauerstr. 81, Fernspr. Zentrum 331.

Ausgelegte Patentanmeldungen.

Die folgenden Patentanmeldungen sind bezeichnet mit der Patentklasse, deren Gruppe, dem amtlichen Aktenzeichen, dem Namen und Wohnort des Anmelders, dem Gegenstand und dem Tage der Anmeldung. Sie liegen in der Auslegehalle des Reichspatentamtes zu Berlin (SO. Gitschinerstr. 100) zur Einsicht für jedermann aus. Bis zu dem über den Anmeldungen angegebenen Tage kann beim Reichspatentamte gegen die Erteilung eines Patentes unter Angabe von Gründen Einspruch erhoben werden. Der Gegenstand der Anmeldung ist einstweilen geschützt.

Letzter Tag des Einspruches 23. September 1923.

42c, 42. P. 45 617. Franklin Punga, Darmstadt, Technische Hochschule. Hilfsvorrichtung zum Auswuchten mit während des Umlaufens verstellbaren Massen nach Patent 355 592; Zus. z. Pat. 355 592. 22. 10. 20.

88a, 7. S. 58 316. Eduard Sueß, Wien. Freistromturbine. 6. 12. 21. Oesterreich 10. 12. 20.

88c, 3. V. 17 867. Ventimotor Bilau & Co., Berlin. Regelung der Kraftwirkung von Strömungskräften auf Strömungsflächen. 26. 10. 22.

Letzter Tag des Einspruches 26. September 1923.

21d, 16. S. 61 595. Sachsenwerk Licht- und Kraft-A.-G., Niedersedlitz-Dresden. Geschlossener Fundamentrahmen für elektrische Maschinen. 8. 12. 22.

Letzter Tag des Einspruches 30. September 1923.

47h, 20. S. 60 419. Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin. Einrichtung zur Uebertragung zweier oder mehrere Einzelkräfte der Drehmomente auf einen gemeinsamen Angriffspunkt. 21. 7. 22. Oesterreich 6. 7. 22.

Letzter Tag des Einspruches 2. Oktober 1923.

84a, 3. B. 106 180. Berliner A.-G. für Eisengießerei und Maschinenfabrikation, Charlottenburg. Gelenkstangenantrieb für Drehtore an Schleusen usw. mit zweiteiliger Gelenkstange; Zus. z. Anm. B. 104 909. 24. 8. 22.

84a, 3. H. 90 305. Albert Huguenin, Zürich, Schweiz. Hebbare, zweiflügelige Drehlappe zum Abschließen von Kanälen u. dgl. 29. 6. 22. Schweiz 16. 11. 21.

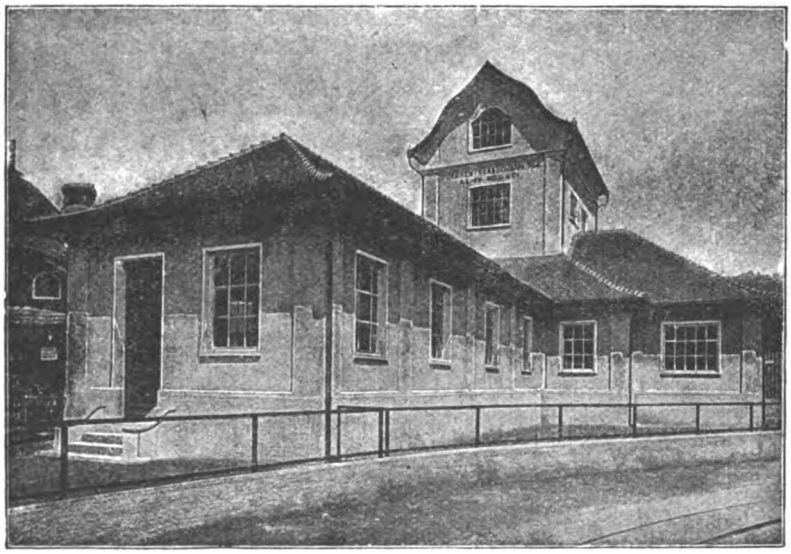
84a, 3. K. 83 710. Fried. Krupp A.-G., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau. Triebwerkgestänge für Stemmtore. 23. 10. 22.

Gebrauchsmuster.

42k. 850 334. Dr.-Ing. Hugo Junkers, Aachen-Frankenburg, Bismarckstraße 68. Wasserwirbelbremse, insbes. für hohe Drehzahlen. 12. 2. 23. J. 22 704.

42k. 850 337. Dr.-Ing. Hugo Junkers, Aachen-Frankenburg, Bismarckstraße 68. Als Flüssigkeitsbremse ausgebildeter Leistungsmesser mit einstellbarem Gehäuse. 21. 2. 23. J. 22 763.

A. G. der Maschinenfabrik von **Theodor Bell & Co.** Kriens-Luzern. Gegründet 1855.



Turbinen-Versuchs-Anlage der A.G. Theodor Bell & Co. Kriens

für Hochdruck- u. Niederdruck-Turbinen u. Regulatoren

Wasserturbinen, Präzisionsregler, kompl. hydraulische Anlagen — Maste u. Tragwerke für elektr. Leitungen.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 19/20 **München, 15. Oktober 1923** **18. Jahrgang**

Wir beabsichtigen, in loser Folge, im Abstand von jeweils einigen Heften

SONDER-HEFTE

über die einzelnen Fachgebiete der Wasserkraftausnützung zu bringen, welche einzelne Untergebiete, wie z. B. neuere Fortschritte im Wassermaschinenbau, Fortschritte im Wasserbau, die Anwendung der Wasserkraft zur Wärmeerzeugung und dergleichen zusammenfassen, behandeln werden.

Wir glauben damit, das Interesse eines weiten Leserkreises zu finden und werden jeweils in einer der unmittelbar vorhergehenden Nummer unserer Zeitschrift auf das nächstfolgende Sonder-Heft aufmerksam machen.

Zunächst beabsichtigen wir, in dieser Weise über die neueren Fortschritte im Turbinenbau zu berichten.

Holzröhren für Wasserkraftanlagen

Das ausländische technische Schrifttum hat während des Weltkrieges, teilweise aus naheliegenden Gründen bei uns wenig Beachtung gefunden und es ist auf diesem Gebiete manches nachzuholen. Es mag daher nicht unerwünscht sein, auf einzelne Aufsätze im technischen Auslandsschrifttum zurückzugreifen. In der schwedischen Teknisk Tidskrift, Väg-och Vattenbyggnadskonst 1916, Heft 9, gibt Ingenieur A. Frey Samsioe eine interessante Abhandlung über die Verwendung von Holzröhren für Wasserkraftwerke. Er spricht ihnen vor allem Billigkeit und ein großes Isolationsvermögen zu, welch letztere Eigenschaft für manche Teile des südlichen Deutschland ähnlich wichtig sein mag wie für das schwedische Nordland. Einen triftigen Grund, der den Holzröhren bisher eine ihren guten Eigenschaften entsprechende Verwendung verwehrte, erblickt der Verfasser vor allem auch in der bisher mangelnden Kenntnis der Arbeitsweise der Holzröhren, einem Mangel, der manche fehlerhafte Anwendung veranlaßte. Die neuzeitlichen Kraftwerke erfordern große Durchmesser und für solche war bisher eine entsprechende Berechnungsweise nicht vorhanden. Man muß hier entsprechende Rücksicht auf die durch das Gewicht des Wassers verursachten Momente in der Röhrenschale nehmen, die die runde Querschnittsform der Röhre zu verändern streben und die sich insbesondere bei der Füllung und Leerung und daneben auch bei geringem Ueberdruck im Verhältnis zum Durchmesser fühlbar machen. Vor allem fehlten im Schrifttum bis vor wenigen Jahren noch alle Angaben über die Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften des Holzes senkrecht zu den Fasern, wie auch über das Aufquellen des Holzes und die hierbei entwickelte Kraft bei Wassertränkung. Das schwedische Wasserbaubureau hat nun bei der Materialprüfungsanstalt der technischen Hochschule in Stockholm Untersuchungen über die Eigenschaften des Holzes anstellen lassen, die die vorberührte Lücke ergänzen.

Probewürfel aus wassergetränktem Föhrenholz von 20 mal 20 mal 20 cm Größe wurden einem anwachsenden Druck winkelrecht zu den Fasern unter gleichzeitiger Ablesung der Zusammendrückung unterworfen. Es ergab sich

1. der Elastizitätsmodul des Holzes für Druck winkelrecht zu den Fasern $E_D = 1000$ kg/cm²,
2. die Proportionalitätsgrenze σ_p rund 15 kg/cm²,
3. die Bruchgrenze bei 35% Zusammenpressung σ_l rund 35 kg/cm².

Brüche infolge des Druckes begannen sich bei 13 kg/cm² zu zeigen und bei 20 kg/cm² war das Holz völlig zersprungen. Es zeigte sich sonach eine außerordentlich geringe Druckfestigkeit winkelrecht zur Faserrichtung, ungefähr nur zu 15% der Druckfestigkeit gleichlaufend mit

Digitized by Google

den Fasern, ein Verhalten, das bisher sicher bei Ausführung von Bauten in Holz zu wenig beachtet worden war. Hierbei ist jedoch das Verhältnis oft, z. B. bei Auflage wagerechter Balken auf lotrechte Stützen, so, daß nur ein kleinerer Teil der Holzfläche beansprucht wird, wobei die Druckfestigkeit durch Heranziehung nebenliegenden Materials zur Druckaufnahme natürlich erhöht wird. Samsioe fand für zwei 45 cm lange Planken von 3×6 Zoll Querschnitt, hochkant gestellt und winkelrecht zu den Fasern durch einen I-Träger N. P. Nr. 15 gedrückt, eine Proportionalitätsgrenze σ_p rund 40 kg/cm und eine Bruchgrenze bei einer Zusammenpressung von etwa 35% σ_b rund 100 kg/cm² also bedeutend höher wie oben. Eine besonders eingehende, interessante Arbeit nach dieser Richtung finden wir von Otto Graf auf Grund von Versuchen mit Fichtenholz an der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart in „Der Bauingenieur" 1921, Heft 18, veröffentlicht. Ingenieur Samsioe hat seine Untersuchungen später noch dahingehend ergänzt, ob eine länger dauernde Wasserträukung einen wesentlichen Einfluß auf die Eigenschaften des wassergetränkten Holzes ausübe. Er fand dabei, daß schon eine kurze Wasserträukung von sieben Tagen dem trockenen Holz einen wesentlichen Teil seiner Festigkeit geraubt und das Holz bedeutend „weicher" gemacht hatte, wie auch, daß eine weitere Fortsetzung der Wasserträukung keine besondere weitere Verschlechterung zur Folge hatte. Samsioe untersuchte weiterhin auch die Schwellkraft des Holzes bei Wasserträukung.

Abbildung 1.

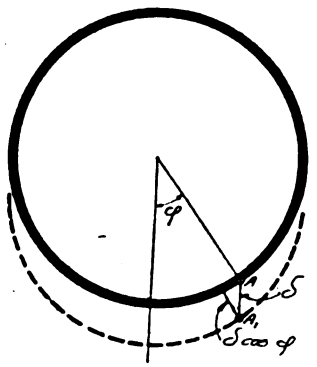
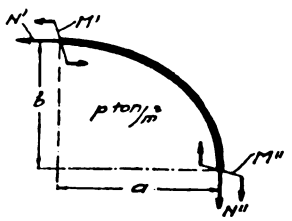


Abbildung 3.



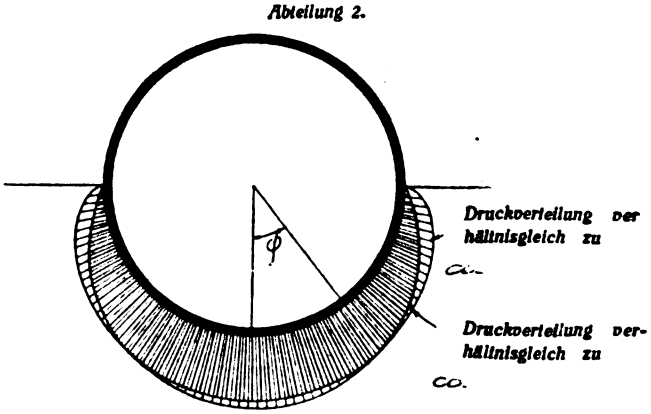
Die Untersuchung ergab, daß bei Verhinderung des Aufquellens bei Wasserträukung, unabhängig von einer etwa vorhandenen Anfangsspannung, eine Druckspannung von σ rund 10 kg/cm² auftrat. Die zur Ueberprüfung der Eigenschaften des untersuchten Holzes vorgenommene Feststellung der Druckfestigkeit gleichlaufend mit den Fasern ergab 230 bzw. 270 kg/cm².

Holzröhren können auf zweierlei grundsätzlich verschiedene Art aufgelegt werden. Entweder freitragend auf Stützen, die in gewissen Abständen aufgeführt sind, oder eingegraben im Boden, geeigneterweise ungefähr bis zur halben Höhe, wobei sie auf einem genügend entwässernden Lager von Schotter oder Kies angerichtet werden. Die erstere Auflagerungsart kann wegen auftretender hoher Biegungsmomente in der Längsrichtung der Röhre und der von der Auflagerreaktion verursachten Momente in der Querrichtung der Schale nur bei verhältnismäßig kleinen Rohrdurchmessern zur Anwendung kommen. Der Verfasser beschränkt seine Untersuchung daher auf die letztere Auflagerung bei fortlaufender Unterstützung des halben Rohrumfanges. Dabei werden nicht nur die Biegungsmomente in der Rohrschale sehr abgemindert, sondern es kann auch die Rohrschale infolge der bis zu einem gewissen Grade plastischen Bettung bis zu einer gewissen Grenze ohne Ungelegenheit deformiert werden, ein Verhalten, das für die Festigkeit der wassergefüllten Röhren von größter Bedeutung ist.

Das Vermögen der Röhrenschale, biegende Momente aufzunehmen, ist infolge der oben ausgewiesenen geringen Festigkeit des Holzes winkelrecht zur Faserrichtung sehr gering und nach Füllung der Röhren wird das Verhältnis durch Wasserträukung der Planken noch schlechter. Die Feststellung der Quellkraft des Holzes hat ergeben, daß das vom Wasser aufgeweichte Holz unabhängig von einer gewissen Anfangsspannung eine Druckspannung, „Quellkraft", von nur 10 kg/cm² aufnehmen kann, welcher Druck zwischen den Planken auf die ganze Fugenbreite herrscht, d. h. die Planken können tatsächlich an der im Betrieb befindlichen Röhre bei der Aufnahme des Momentes nicht mitwirken, sobald sie vom Wasser gut durchträukt sind, und das Vermögen der Röhrenschale, ein Moment aufzunehmen, wird auf das eingeschränkt, was das Eisen dabei leisten kann. Es geht daraus hervor, daß auf andere als die gewöhnlichen, von Forchheimer u. a. aufgestellte Theorien gegriffen werden muß, um zu erklären, daß große Holzröhren trotzdem Bestand haben; die Erklärung liegt, wie noch nachzuweisen sein wird, in der Formänderung der Röhrenschale und der daraus hervorgehenden Einschränkung und Ausgleichung der angreifenden Momente.

Die Arbeitsweise der Röhren ist folgende. Das fertige Rohr setzt sich aus einer Schale von Planken zusammen, die mittels so oder so angezogener Eisenbänder zusammengehalten werden, wobei der Druck zwischen den Planken und die Steifheit der Eisenbänder für den Bestand der Röhre vor der Wasserfüllung genügt. Bei der Füllung der Röhren mit Wasser entstehen in der Röhrenschale gewisse Biegungsmomente und daraus hervorgehende Formänderungen. Die ersteren können während der verhältnismäßig

Abteilung 2.



kurzen Dauer der Füllung teils durch eine ungleiche Spannungsverteilung im Holz aufgenommen gedacht werden, teils durch gewöhnliche Biegungsspannungen in den Eisenbändern. Wenn die Röhre bis zum Scheitel gefüllt ist und danach einem inneren Ueberdruck ausgesetzt wird, werden die vorgenannten Momente bis zu einem gewissen Grad durch das vom inneren Ueberdruck verursachte Moment auf die nun nicht mehr runde Röhrenschale ausgeglichen. Wenn die Röhre längere Zeit im Betrieb war und sonach nach dem, was über die Quellkraft gesagt wurde, die ungleiche Spannungsverteilung zwischen den Holzplanken aufgehört hat, wird sich die Röhre nahezu auf die natürliche Zuglinie in den Eisenbändern einstellen, d. h. bei der früheren Betrachtungsweise wird die Formänderung gerade so groß werden, daß die beiden obengenannten Momente einander gleich werden, jedoch mit einer Korrektion für die Momente, die die Eisenbänder auch weiterhin aufnehmen können. Bei der nun erfolgenden Leerung der Röhre wird der Verlauf dem bei der Füllung entgegengesetzt; während der verhältnismäßig kurzen Zeit, deren das Wasser bedarf, um aus der Röhre auszulaufen und während der also das Rohr wechselnden Momenten ausgesetzt wird, kann die Planke für kurze Zeit eine ungleiche Spannungsverteilung aufnehmen und sonach bei der Momentaufnahme mitwirken, eine Eigenschaft, die bei der Beschaffenheit der Quellkraft nach einem längeren Dauerbestand verloren geht.

Wenn wir den Berechnungen von Ing. Samsioe folgen,

Digitized by Google

so mag von vornherein hervorgehoben werden, daß die Berechnungen der auftretenden Spannungen und Formänderungen auf Grund der Natur der Aufgabe nur angenäherte sein können. Aber es kommt auch nicht darauf an, genaue Werte der genannten Größen, sondern eine möglichst klare und richtige Auffassung von der Arbeitsweise der Röhre zu erhalten. Die Röhre soll bei Füllung bis zum Scheitel mit und ohne Ueberdruck, sonach unter Außerachtlassung der Momente, die bei nur teilweiser Füllung der Röhre auftreten können, untersucht werden. Im folgenden werden alle ausschließlich von der Wasserfüllung bis zum Scheitel herrührenden Momente „Scheitelfüllungsmomente" genannt; ein Strich oben zeigt an, daß ein gewisser Wert sich auf den Scheitelpunkt, zwei Striche, daß er sich auf die Endpunkte des wagrechten Durchmessers bezieht. Die Momente, die dazu beitragen, die Krümmung zu erhöhen, werden positiv gerechnet, die anderen negativ. Eine positive Normalkraft bezeichnet Zug, eine negative Zug. Alle Größen sind nach m/t gerechnet.

Die Größe des Scheitelfüllungsmomentes ist abhängig von der Verteilung des Reaktionsdruckes des Schotterbettes und von dem Maße, in dem die Röhrenschale ihre runde Form beibehält oder unter der Wasserbelastung abgeplattet wird. Man muß also vor allem diese Größen zu bestimmen suchen. Forchheimer ist dabei von einer Verteilung des Reaktionsdruckes des Schotterbettes unter der Röhre verhältnisgleich zu cos φ ausgegangen, wenn φ der Winkel zwischen dem Halbmesser durch den betreffenden Punkt und der Lotrechten ist, eine Druckverteilung, die man erhält, wenn man bei der Berechnung auf die Formänderung der Röhre keine Rücksicht nimmt, und die auf folgende Weise hergeleitet werden kann:

Ein Punkt A auf der Unterseite der Röhrenschale (Abb. 1) verschiebt sich durch Zusammenpressung des Schotterbettes nach A_1. Die lotrechte Verschiebung des Punktes mag δ sein und diese Verschiebung ist für alle Punkte an der Röhrenschale gleich. Wenn man annimmt, daß zwischen der Röhrenschale und dem Schotterbett keine Reibung vorhanden ist, so müssen alle Reaktionskräfte winkelrecht gegen die Rönrenschale gerichtet sein. Wenn weiter die Reaktionskraft verhältnisgleich zur Zusammenpressung des Schotterbettes in der Richtung der Kraft angenommen wird, so wird sie cos φ verhältnisgleich, wenn φ der Winkel zwischen dem Halbmesser durch A und der Lotrechten ist. In Uebereinstimmung hiermit erhält Forchheimer für ein Röhrenelement mit gleichbleibendem Trägheitsmoment und mit der Länge 1 m das Scheitelfüllungsmoment

$$M' = -0{,}137\ r^3 \text{ und } M'' = 0{,}149\ r^3.$$

Auf Grund der geringen Steifheit der Holzröhre und der daraus hervorgehenden Formänderung bei der Wasserfüllung wird indessen die Röhre abgeplattet, wodurch die Stärke des Druckes gegen das Schotterbett auf den Seiten erhöht wird. Die Größe dieser Erhöhung ist abhängig von der Steifheit der Röhre und vom Vermögen des Schotterbettes, Reaktionsdruck in seinen oberen Schichten aufzunehmen. Dadurch, daß man die Verteilung der Reaktionsdrücke unter der Röhre verhältnisgleich zu cos $\frac{1}{2}\varphi$ annimmt, erhält man ein mehr gegen die Seiten der Röhre konzentriertes Druckdiagramm (Abb. 2), womit man einen geeigneten Begriff von der Einwirkung der Druckkonzentrierung auf den Seiten erhalten dürfte. Bei der Berechnung des Scheitelfüllungsmomentes ist dabei vor allem die Formänderung der Röhrenschale andauernd vernachlässigt, wobei sich das Scheitelfüllungsmoment ergibt zu

$$M' = -0{,}103\ r^3 \text{ und } M'' = 0{,}103\ r^3$$

und die entsprechenden Normalkräfte in Richtung der Tangente zu $N' = 0{,}417\ r^2$ und $N'' = 0{,}215\ r^2$.

Indessen hat sich in ausgeführten Bauten die Formänderung der Röhrenschale als beträchtlich erwiesen und es muß hierauf bei der Berechnung des Scheitelfüllungsmomentes entsprechende Rücksicht genommen werden. Vor allem muß also eine Berechnung der Formänderung der Röhre durchgeführt werden.

Es würde jedoch allzu zeitraubende Berechnungen erfordern, die Formänderung mittels Arbeits- oder Elastizitätsgleichungen aus den statischen Voraussetzungen zu bestimmen zu suchen, weshalb im folgenden eine Näherungsformel für die Formveränderungen eines Kreisringes hergeleitet werden soll. Wird angenommen, daß der Ring im Beginnstadium kreisrund und ohne Moment war und nach der Formänderung — deren Ursachen vorderhand dahingestellt bleiben sollen — elliptisch ist mit den Achsen a und b, so muß am Endpunkt der b-Achse ein Moment M' vorhanden sein, das durch die Gleichung $M' = \left(\frac{1}{P} - \frac{1}{r}\right) E\Theta$ bestimmt ist, wo P der Krümmungshalbmesser am Endpunkte der b-Achse, r der ursprüngliche Halbmesser des Ringes, Θ dessen Trägheitsmoment und E der Elastizitätsmodul des Materiales ist. Wird der Wert des Krümmungshalbmessers P eingesetzt, so erhält man $M' = \left(\frac{b}{a^2} - \frac{1}{r}\right) E\Theta$.

Wird nun $\frac{a+b}{2} \sim r$, dem ursprünglichen Ringhalbmesser, gesetzt, und $a - b = tr$, wo t ein Wert für die „Abplattung" ist, so erhält man nach Umformung

$$M' = -\frac{t\left(\frac{3}{2} + \frac{t}{4}\right)}{r\left(1 + \frac{t}{2}\right)^2} E\,\Theta.$$

Da t bei der praktischen Anwendung der Formel im allgemeinen eine kleine Zahl ist und daher ohne allzugroßen Fehler im Vergleich zu 6 und 2 vernachlässigt werden kann, so wird:

$$M' = -\frac{3}{2}\frac{t}{r} E\,\Theta \ldots\ldots\ldots (1a)$$

Ebenso erhält man

$$M'' = \frac{3}{2}\frac{t}{r} E\,\Theta \ldots\ldots\ldots (1b),$$

woraus

$$t = -\frac{2}{3}\frac{r}{E\Theta} M' = \frac{2}{3}\frac{r}{E\Theta} M'' \ldots\ldots (2).$$

Werden nun mit Hilfe obenstehender Formeln die Formänderungen in ausgeführten Röhren berechnet, so findet man diese verhältnismäßig groß. Es ist daher von Bedeutung, die auftretenden Momente in einer so abgeplatteten Röhrenschale näher zu bestimmen. Aus diesem Anlasse wurde die Berechnung der Scheitelfüllungsmomente für ein elliptisches Röhrenelement mit einer Abplattung $t = 0{,}12$ durchgeführt, sowohl mit der Länge 1 und festem Trägheitsmoment als auch unter obiger Voraussetzung einer Reaktionsdruckverteilung unter der Röhre verhältnisgleich zu $\cos^{1/2}\varphi$. Die Scheitelfüllungsmomente wurden hierbei gefunden $M' = -0{,}080\ r^3$ und $M'' = 0{,}085\ r^3$ und die entsprechenden Normalkräfte $N' = 0{,}370\ r^2$ und $N'' = 0{,}215\ r^2$. Wegen der mit einer solchen Berechnung verbundenen zeitraubenden Arbeit wurden die Momente für andere Abplattungen nicht berechnet, man kann aber als erste Annäherung mit genügender Genauigkeit annehmen, daß die Momente mit der Abplattung geradlinig abnehmen und daß die Normalkräfte ungefähr gleich bleiben. Die allgemeinen Formeln werden dann:

$$M' = (0{,}10 - 0{,}2\,t)\,r^3 \ldots\ldots (3a)$$
$$M'' = (0{,}10 - 0{,}2\,t)\,r^3 \ldots\ldots (3b)$$
$$N' = 0{,}4\,r^2 \ldots\ldots (3c)$$
$$N'' = 0{,}22\,r^2 \ldots\ldots (3d)$$

Kommt zur Scheitelfüllung der Röhre noch ein innerer Ueberdruck hinzu, so erhält man in einer elliptischen Röhrenschale gewisse Momente und Normalkräfte. Betrachtet man einen Quadranten eines solchen Rohrelements von elliptischer oder anderer abgeplatteter Form (mit den Achsen a und b) mit zwei gegen einander winkelrechten Symmetrieflächen von 1 m Länge ausschließlich einem inneren gleichbleibenden Ueberdruck von p t/m² ausgesetzt, so erhält man unter Absehung von dem vorbehandelten Druck auf Grund der Wasserfüllung bis zum Scheitel mit den in Abb. 3 eingeschriebenen Bezeichnungen durch Projektion auf die a-Achse $N' = pb$; durch Projektion auf

Digitized by Google

die b-Achse $N'' = pa$; durch Moment um den Endpunkt der a-Achse

$N'b + M' - M'' - pb\,\frac{b}{2} - pa\,\frac{a}{2} = 0$ oder nach Umformung

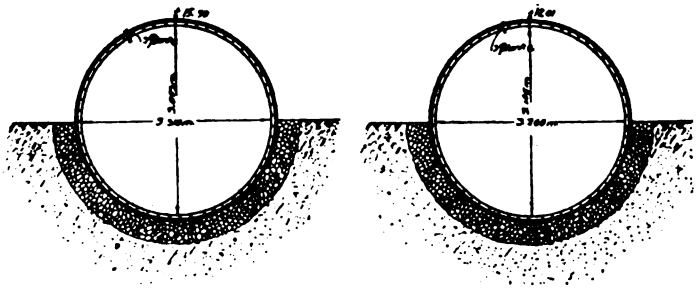
$M' - M'' = p\,\frac{(a-b)(a+b)}{2}$. Setzt man wie oben $\frac{a+b}{2} = r$ und $a - b = tr$, so wird

$$M' - M'' = ptr^2 \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

Eine Holzröhre wird im allgemeinen kreisförmig ausgeführt. Die Planken werden entweder mit ganz geschmiedeten Flacheisen, die durch Keile gespannt werden, oder, was nunmehr das üblichste ist, mit Rundeisen, die durch Schraubenverband angezogen werden, zusammengehalten. Im folgenden soll nur die letztere Ausführungsform behandelt werden, aber die Ableitung gilt natürlich in zutreffenden Teilen auch für die erstere. Wenn die Schraubenverbände durch die Muttern angezogen werden, so erhält man einen Druck zwischen den Planken, der höchstens die Fließgrenze des Holzes, etwa 150 t/m², erreichen kann. Nachstehend wird angenommen, daß dieser Druck gleichmäßig verteilt zwischen den Planken herrscht.

Wird der Halbmesser der Röhre $= r$, die Dicke der Planken $= h$, der Durchmesser der Eisenbänder $= d$, alles in m, die Fläche $= F_j$ in m² und das Trägheitsmoment $= \Theta_j$ in m⁴ auf 1 m Rohrlänge angenommen, so erhält man für ein solches Röhrenelement durch Anziehung

Abbildung 4.



Ausgeführte Holzröhre schwacher Bauart. Ursprünglicher lichter Durchmesser 3,2 m. Ruhende Druckhöhe + 17,50. Eisenband ⌀ 32 c/c = 0,60 m. Überdruck 2,11 m. Schnitt I.

Eisenband ⌀ 32 c/c = 0,35 m. Überdruck 5,49 m. Schnitt II.

der Eisenbänder eine Zugkraft im Eisen gleich einer Druckkraft im Holz von $P = 150\,h$ in Tonnen und ein gleichbleibendes Reaktionsmoment rund um die ganze Röhrenschale $M_R = -P\,\frac{d+h}{2}$ in mt.

Wenn das Rohr mit Wasser gefüllt wird, so wird es abgeplattet und hat bei der Füllung bis zum Scheitel eine Abplattung t_0 erhalten. Wird das Röhrenelement nach der Abplattung elliptisch angenommen, so werden die auftretenden Momente $M' = -(0{,}10 - 0{,}2\,t_0)\,r^3$ und $M'' = (0{,}10 - 0{,}2\,t_0)\,r^3$. Als Reaktionsmoment gegen diese erhält man, außer dem vorgenannten gleichbleibenden Reaktionsmoment, auf Grund der Formänderung der Röhre ein veränderliches Reaktionsmoment, dessen Größe im Scheitel aus Gl. (1 a) durch Ersetzung von $E\,\Theta$ mit $\Sigma\,E\,\Theta$ erhalten wird und an den Endpunkten des wagrechten Durchmessers aus Gl. (1 b) durch Ersetzung von $E\,\Theta$ mit $E_j\,\Theta_j$; dieses letztere, weil das Holz, das in diesem Falle weitere Zusammenpressung erfährt, dadurch doch seine Druckspannung nicht erhöht, da diese nach der Voraussetzung schon an der Fließgrenze angelangt ist und dem Holze sonach weitere Spannungsaufnahme nicht mehr aufgerechnet werden kann. Die Reaktionsmomente werden also mit Beobachtung der Zeichen

$$M'_R = -P\,\frac{d+h}{2} + \frac{3\,t_0}{2\,r}\,\Sigma\,E\,\Theta \text{ und}$$

$$M''_R = -P\,\frac{d+h}{2} - \frac{3\,t_0}{2\,r}\,E_j\,\Theta_j.$$

(Hierbei ist jedoch keine Rücksicht genommen darauf, daß die Schraubenverbindungen der Eisenbänder nicht dasselbe Moment wie das Eisen selbst dürften aufnehmen können. Da indes die Stöße im allgemeinen versetzt sind, wird dieser Umstand vernachlässigt.) Moment und Reaktionsmoment sollen einander im Gleichgewicht halten, woraus sich ergibt

$M' - M'' + M'_R - M''_R = 0$. Durch Einsetzung bekommt man

$$t_0 = \frac{0{,}20}{0{,}4 + \frac{3}{2}\,\frac{\Sigma E\,\Theta}{r^4} + \frac{3}{2}\,\frac{E_j\,\Theta_j}{r^4}}.$$

Dies unter der Voraussetzung, daß einerseits Fugenöffnungen zwischen den Planken nicht auftreten, anderseits, daß die Proportionalitätsgrenze des Eisens nicht überschritten wird; doch dürfte die Formel in praktischen Fällen mit Vorsicht auch angewendet werden können, wenn diese Verhältnisse eingetreten sind.

Nachdem so t_0 berechnet worden ist, erhält man die Spannungen nach der Formel

$$\sigma_v = \sigma_0 + \frac{3\,t_0}{2\,r}\,E\,v + \frac{NE}{\Sigma FE},$$

wo σ_v die Spannung im Abstand v von der Nullachse und σ_0 die Spannung vor der Wasserfüllung ist (siehe oben).

Gibt die Formel Spannungswerte über der Proportionalitätsgrenze, so wird natürlich die wirkliche Spannung sich nahe dieser Grenze halten.

Wenn die Füllung fortschreitet, so werden die Röhrenelemente, die schon bis zum Scheitel gefüllt wurden, einem immer mehr gesteigerten inneren Ueberdruck ausgesetzt, bis dieser seinen Grenzwert gleich dem bleibenden ruhenden Druck im Rohre erreicht. Durch das von diesem inneren Ueberdruck verursachte Moment an der durch die Füllung abgeplatteten Röhrenschale wird das Scheitelfüllungsmoment entlastet und die Abplattung vermindert. Nachdem die Röhre längere Zeit in Betrieb war, erreicht die Druckspannung im Holz ungefähr 100 t/m² und verteilt sich gleichmäßig zwischen den Planken infolge der oben, unabhängig von der Anfangsspannung gefundenen „Quellkraft" bei wassergetränktem Holz. Das Holz erhält dabei eine gleichbleibende Druckkraft $P = 100\,h$ in Tonnen, wodurch das gleichbleibende Reaktionsmoment annähernd $M_R = -P\,\frac{d+h}{2}$ in mt wird.

Ist die Röhre einem inneren Ueberdruck $p = Kr$ in m Wassersäule über dem Scheitel ausgesetzt, so wird die Abplattung t_1 annehmen. Die auftretenden Momente M_s des Scheitelfüllungsdruckes und M_a des Ueberdruckes werden dann

$M'_s = -(0{,}10 - 0{,}2\,t_1)\,r^3$; $M''_s = (0{,}10 - 0{,}2\,t_1)\,r^3$ und $M'_a - M''_a = k\,r\,t_1\,r^2$.

Als Reaktionsmoment gegen diese erhält man (s. o.)

$$M'_R = -P\,\frac{d+h}{2} + \frac{3\,t_1}{2\,r}\,E_j\,\Theta_j \text{ und}$$

$$M''_R = -P\,\frac{d+h}{2} - \frac{3\,t_1}{2\,r}\,E_j\,\Theta_j.$$

Moment und Reaktionsmoment sollen einander Gleichgewicht halten, woraus

$$M'_s + M'_a - M''_s - M''_a + M'_R - M''_R = 0.$$

Durch Einsetzung erhält man

$$t_1 = \frac{0{,}20}{K + 0{,}4 + 3\,\frac{E_j\,\Theta_j}{r^4}}.$$

Als Ueberprüfung für die Zuverlässigkeit der Formel ist in zwei Schnitten einer ausgeführten und nachstehend teilweise zur Ueberprüfung nachgerechneten Röhrenleitung die wirkliche Abplattung nachgemessen und mit den durch die Formel erhaltenen Werten verglichen werden. Der Unterschied zwischen den berechneten und gemessenen Werten wurde dabei nur zwischen 14 und 8% gefunden, was als eine bessere Uebereinstimmung erscheint, als man

Digitized by Google

mit Rücksicht auf die Annäherungen und Annahmen, die oben über die Verteilung des Reaktionsdruckes und die Form der Röhre nach der Formänderung gemacht wurden, erwarten konnte. Die Spannungen erhält man nach der gleichen Formel wie oben, doch muß hierbei beachtet werden, daß die Normalkraft im Eisen um Kr^2 Tonnen vermehrt wird.

Nachstehend sollen die Spannungen einer längere Zeit im Betriebe befindlichen Röhre berechnet werden. In der Röhre besteht bei Betrieb unter einem Druck von Kr in m Wassersäule eine Normalkraft im Eisen von $100\,h + Kr^2$ Tonnen und eine gleichmäßig verteilte Druckkraft im Holz von $100\,h$ Tonnen. Durch Abladung der Normalkraft Kr^2 wird die Zugkraft im Eisen um

$$\frac{Kr^2\,E_j\,F_j}{\Sigma\,E\,F}$$

gemindert und die Druckkraft im Holz vermehrt um $\frac{Kr^2\,E_l\,F_l}{\Sigma\,E\,F}$, wodurch die Gesamtdruckkraft im Holz wird

$P = 100\,h + \frac{Kr^2\,E_l\,F_l}{\Sigma\,E\,F}$ und das gleichbleibende Reaktionsmoment $M_R = -P\frac{d+h}{2}$.

Wird die Abplattung, wenn die freie Wasserfläche gerade den Scheitel erreicht, zu t_2 angenommen, so werden die angreifenden Momente

$M' = -(0{,}10 - 0{,}2\,t_2)\,r^3$ und $M'' = (0{,}10 - 0{,}2\,t_2)\,r^3$.

Als Reaktionsmoment hiergegen erhält man (s. o.)

$$M'_R = -P\frac{d+h}{2} + \frac{3\,t_2}{2\,r}E_j\,\Theta_j + \frac{3}{2}\frac{(t_2 - t_1)}{r}E_l\,\Theta_l \text{ und}$$

$$M''_R = -P\frac{d+h}{2} - \frac{3\,t_2}{2\,r}E_j\,\Theta_j - \frac{3}{2}\frac{(t_2 - t_1)}{r}E_l\,\Theta_l,$$ woraus man nach Formel $M' - M'' + M'_R - M''_R = 0$ erhält

$$t_2 = \frac{0{,}20 + 3\,t_1\frac{E_l\,\Theta_l}{r^4}}{0{,}4 + 3\frac{\Sigma E\Theta}{r^4}}.$$

Die Spannung im Holz erhält man nun nach der Formel

$$\sigma_v = \sigma_o + -\frac{3}{2}\frac{(t_2 - t_1)}{r}E\,v + \frac{NE}{\Sigma EF}$$

und die im Eisen nach der Formel

$$\sigma_v = \sigma_o = \frac{3\,t_2}{2\,r}E\,v + \frac{NE}{\Sigma EF}.$$

Rechenbeispiele und Schlußfolgerungen.

Um ein Beispiel für die Beanspruchungen zu geben, denen Holzröhren gewöhnlicher Bauart ausgesetzt sein können, soll eine ausgeführte Untersuchung einer im Betriebe befindlichen größeren Röhrenleitung gegeben werden, deren Konstruktion nach der Ausführung nachgeprüft wurde. Die Berechnungen wurden für zwei Schnitte der Röhrenleitung mit etwas verschiedenen Festigkeitsverhältnissen (Abb. 4) durchgeführt. Die Spannungen wurden teils unter dem Betrieb mit dabei herrschendem Ueberdruck, teils bei Füllung oder Leerung mit bis zum Scheitel mit Wasser gefüllter Röhre ohne Ueberdruck berechnet.

Schnitt I. $F_j = 0{,}00133$ m²,
$F_l = 0{,}076$ m²,
$E_j = 20000000$ t/m²,
$E_l = 10000$ t/m²,
$\Sigma\,E\,F = 27330$ t,
$d = 0{,}032$ m,
$h = 0{,}076$ m.

Die Nullachse liegt im Abstand z vom Mittelpunkt des Eisens

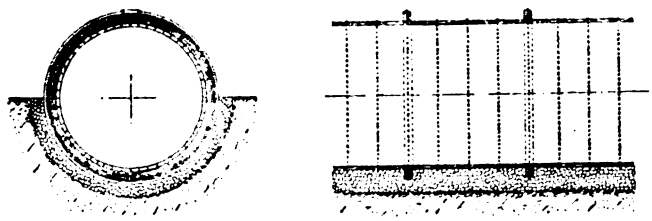
$$z = \frac{F_l\,E_l\,\frac{d+h}{2}}{\Sigma\,E\,F} = \frac{0{,}076 \times 10000 + 0.954}{27360} = 0{,}0015 \text{ m};$$

$E_j\,\Theta_j = 1{,}71$; $E_l\,\Theta_l = 2{,}47$; $\Sigma\,E\,\Theta = 4{,}24$.

Schnitt II. $F_j = 0{,}0023$ m²,
$F_l = 0{,}076$ m²,
$\Sigma\,E\,F = 46760$ t,
$d = 0{,}032$,
$h = 0{,}076$. Mit den vorgehend angewendeten Bezeichnungen wird $z = 0{,}00088$; $E_j\,\Theta_j = 2{,}94$; $E_l\,\Theta_l = 2{,}52$ $\Sigma\,E\,\Theta = 5{,}50$. Das Ergebnis der Berechnungen geht aus untenstehender Zusammenstellung hervor:

Wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, geben die hergeleiteten Formeln sowohl im Scheitel als in den Endpunkten des wagerechten Durchmessers Werte sowohl für Druck als Zug im Eisen über Proportionalitätsgrenze. Die wirkliche Spannung im Eisen überschreitet diese Grenze nicht wesentlich, aber das Eisen erfährt bleibende Formänderungen. Eine Rücksichtnahme hierauf würde eine Abänderung in der Formel für die Abplattung herbeiführen, worauf hier jedoch nicht eingegangen werden soll. Die durchgeführte Berechnung hat jedoch gezeigt, daß die Röhre sich auf Grund der allzuhohen Beanspruchungen an der Grenze ihrer Widerstandsfähigkeit befindet, was auch durch einen kleineren Röhrenbruch (Eindrückung von ein paar Planken) bei einer gelegentlichen schnellen Leerung bestätigt wurde.

Abbildung 5.



Vorschlag einer neuen Holzröhrenbauart.

Auf diese Weise, durch Ueberschreitung der Proportionalitätsgrenze des Eisens, sich ausschließlich auf dessen Dehnbarkeit in dem Maße, wie hier geschehen, zu verlassen, kann nicht empfohlen werden. Natürlich muß man hier ebenso wie bei anderen Baukonstruktionen mit einem gewissen Sicherheitsgrad rechnen, auch wenn dieser hier niedriger angesetzt werden könnte, besonders bei den

Zusammenstellung der berechneten Spannungen in t/m².

Belastungsfall	Schnitt	Abplattung	Kleinstdruckspannung im Holz (an Scheitelunterkante)	Spannungen im Eisen			
				im Scheitel		an den Endpunkten des wagrechten Durchmessers	
				an der Außenseite des Eisens	an der Innenseite des Eisens	an der Außenseite des Eisens	an der Innenseite des Eisens
Bei Füllung der Röhre	I	0,11	— 57	— 26800	39200	42000	— 24000
	II	0,084	— 78	— 21200	29400	30400	— 20900
Bei der Röhre im Betrieb	I	0,079	— 100	— 14700	32700	32400	— 15000
	II	0,039	— 100	— 4100	19300	19100	— 4300
Bei der Leerung der Röhre	I	0,124	— 62	— 34100	40200	46700	— 27600
	II	0,084	— 61	— 21800	27700	29100	— 20400

Digitized by Google

momentan und selten vorkommenden Füllungen und Leerungen, da auch die Gefahr eines größeren Unglücksfalles gering ist, weil die Röhre nicht unter Druck steht. Es dürfte daher bei Holzröhrenkonstruktionen nicht angezeigt sein, die gleichen zulässigen Materialspannungen anzusetzen, wie bei gewöhnlichen Baukonstruktionen üblich ist, weil die Beanspruchungen bei der jetzt angewendeten Konstruktionsart nicht — wenigstens nicht bei größeren Konstruktionen — ohne zu große Kosten in üblichen Grenzen gehalten werden können. Außerdem bewirken die von gegebenenfalls zu großen Beanspruchungen herrührenden bleibenden Formänderungen in diesem Falle den Nutzen, daß sie die angreifenden Momente entlasten. Doch scheint es — mindestens, bis die einschlägigen Verhältnisse durch praktische Versuche vollständiger geklärt sind —, angezeigt zu sein, die Eisenspannungen in angemessenen Grenzen, vielleicht 15 000 bis 20 000 t/m², zu halten. Eine brauchbare Regel scheint es außerdem zu sein, daß eine Fugenöffnung zwischen den Planken nicht zugelassen werden soll, d. h. der Druck zwischen den Planken soll an keiner Stelle auf Null herabsinken. Ein weiterer Gesichtspunkt soll der sein, daß die Röhre, nachdem sie in Betrieb gekommen ist und das Holz sonach mit Wasser getränkt ist, mit den daraus hervorgehenden Aufquellungserscheinungen, keine zu große Abplattung annehmen darf; diese soll vorschlagsweise auf 0,1 begrenzt werden.

Werden vorstehende Gesichtspunkte beachtet, so gilt allgemein, daß die jetzige Ausführungsform für Holzröhren sich nur für Röhren eignet, die verhältnismäßig hohem Wasserdruck ausgesetzt sind und infolgedessen eine solche Plankenstärke und Eisenfläche erhalten, daß die Spannungen bei der Füllung und Leerung in angemessenen Grenzen gehalten werden. Sollen die Röhren nur einem kleineren Ueberdruck ausgesetzt und die Spannungen und Formänderungen in angemessenen Grenzen gehalten werden, so werden die Röhren verhältnismäßig teuer im Verhältnis zu dem geringen Wasserdruck, für den sie vorgesehen sind. Es erscheint daher am geeignetsten, in einem solchen Falle durch besondere Konstruktionsteile die Biegungsmomente aufzunehmen zu suchen, gegebenenfalls kombiniert mit einer für die Einschränkung des Moments schon von vornherein für die Röhrenschale gegebenen elliptischen Form.

Eine gute Konstruktion scheint dadurch erzielt werden zu können, daß man die Rundeisenbänder teilweise gegen solche aus Winkeleisen austauscht, die mit Schrauben und Keilverband um das Rohr gespannt werden. Als weiterer Sicherheitsgrad könnten in diesen Winkeleisen Löcher angebracht werden in solchem gegenseitigen Abstande, daß auf jede Plankenlänge mindestens zwei kommen. Durch diese Löcher könnten Holzschrauben in die Planken eingeschraubt werden, wodurch deren Einfallen in die Röhren verhindert wird, wenn sie sich durch Trocknung und Sonnenbestrahlung in der Bauzeit werfen sollten. Ein zweites Verfahren ist, das Rohr mit einem Holzrahmen zu versehen, zum Beispiel aus einer Anzahl um das Rohr genagelter und auswendig aufeinander genagelter Schichten dünner Bretter und weiterhin durch ein um den so zustande gekommenen gebogenen Arm gespanntes Rundeisen zusammengehalten werden, wie Abb. 5 zeigt.

Dr. Saller.

Über den Senkungsspiegel oberhalb einer Sohlenstufe

Von Philipp Forchheimer.

Die Berechnung einer Senkungslinie bietet keine Schwierigkeit, wenn ein Punkt derselben bei bekanntem Sohlengefälle und Durchfluß gegeben ist. Bei Absturz des Wassers eines „Flusses" über eine Stufe, die z. B. durch ein verschottertes Wehr gebildet sein kann, ist aber zunächst kein Punkt der Spiegellinie bekannt, wodurch diese rechnerisch in der Sohlenrichtung verschiebbar bleibt. Auch treffen die üblichen Gleichungen in der Nähe der Stufe nicht zu, weil sie den Weg des Wassers parallel zur Sohle, also zu kurz voraussetzen. Eine genauere Betrachtung erscheint deshalb geboten. — Außer den Zeichen, welche die nachstehende

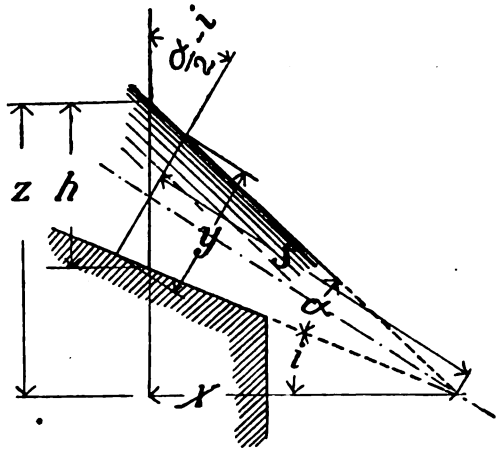


Abbildung erläutert, bedeute c die de Chézy'sche Zahl, g die Beschleunigung der Schwere, q den Durchfluß durch die Breiteneinheit des Laufes, U die Geschwindigkeit, wobei, da es sich um einen „Fluß" handeln soll, das Sohlengefälle $i < (g : c^2)$, also recht klein sein muß. Aus der Abbildung gehen, wenn $\sim$ angenähert gleich bedeutet, folgende Beziehungen hervor:

$$\frac{dz}{dx} = tang\,(\alpha + i) \sim i + tang\,\alpha$$

$$\frac{dx}{ds} = cos\left(\frac{\alpha}{2} + i\right) \sim cos\,\frac{\alpha}{2}$$

also $$\frac{dz}{ds} \sim cos\,\frac{\alpha}{2}\,(i + tang\,\alpha)$$

ferner $$y \sim h\,cos\,\frac{\alpha}{2} \text{ oder } \frac{dh}{dy} \sim \frac{1}{cos\,\frac{\alpha}{2}} \text{ und}$$

$$\frac{dy}{ds} = 2\,tang\,\frac{\alpha}{2} \text{ oder } \frac{dh}{ds} \sim \frac{2\,tang\,\frac{\alpha}{2}}{cos\,\frac{\alpha}{2}}$$

Es folgen, weil $U = \frac{q}{y} \sim \frac{q}{h\,cos\,\frac{\alpha}{2}}$ ist, die Ausdrücke

Reibungsgefälle $\frac{U^2}{c^2\,y} \sim \frac{q^2}{c^2\,h^3\,cos^3\,\frac{\alpha}{2}}$

Beschleunigungsgefälle $= -\frac{U}{g}\frac{dU}{ds} = -\frac{U}{g}\frac{dU}{dn}\frac{dh}{ds} \sim$

$$\sim \frac{q}{gh\,cos\,\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{q}{h^2\,cos\,\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{2\,tang\,\frac{\alpha}{2}}{cos\,\frac{\alpha}{2}}$$

Das Gesamtgefälle $\frac{dz}{ds}$ ist = der Summe dieser Ausdrücke.

Man hat daher

Digitized by Google

$$\cos\frac{\alpha}{2}\left(i+\operatorname{tang}\alpha\right)\sim\frac{q^2}{c^2h^3\cos^3\frac{\alpha}{2}}+\frac{2\,q^2\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2}}{g\,h^3\cos^3\frac{\alpha}{2}}$$

hierin ist $q^2 = c^2\,i\,H^3$, wenn H die Tiefe im ungesenkten Lauf ($\alpha = 0$) bezeichnet, so daß sich die letzte Gleichung zu

$$1+\frac{\operatorname{tang}\alpha}{i}=\frac{H^3}{h^3\cos^4\frac{\alpha}{2}}+\frac{2\,c^2\,H^3\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2}}{g h^3\cos^4\frac{\alpha}{2}}$$ oder zu

$$(1)\quad \frac{h^3}{H^3}=\frac{1}{\cos^4\frac{\alpha}{2}}\,\frac{i+\frac{2\,c^2\,i}{g}\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2}}{i+\operatorname{tang}\alpha}$$ vereinfacht. Oberhalb der Stufe, an der sich das Bewegungsgesetz des Wassers ändert, muß dieses Verhältnis, wie man annehmen darf, sein Minimum haben, welches zugleich nur wenig von $\frac{c^2\,i}{g}$ verschieden sein kann. Daß es in der Tat genügt, zwecks Ermittelung von h

$$(2)\quad h=H\sqrt[3]{\frac{c^2\,i}{g}}=\sqrt[3]{\frac{q}{g}}$$

zu setzen, werde durch ein Beispiel erläutert. — Es sei[1]) $i = 0{,}002$, $c = 31{,}6$ also gemäß Gl. (1) $\frac{h^3}{H^3}=\frac{1}{\cos^4\frac{\alpha}{2}}\,\frac{1+200\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2}}{1+500\operatorname{tang}\alpha}$,

dann findet sich für

α	=	5^0	10^0	15^0	20^0
$h:H$	=	0,607	0,597	0,595	0,597

und nach Gl. (2) andrerseits $h:H=\sqrt[3]{\frac{c^2\,i}{g}}=\sqrt[3]{0.2}=0{,}585$ demnach fast so groß wie nach Gl. (1). Die Schlußgleichung (2) trifft also zu, ja sie erscheint, wenn abgeleitet, beinahe selbstverständlich, denn sie spricht einfach aus, daß in Stufennähe der „Fluß" in einen „Wildbach" oder das „Strömen" in „Schießen" übergeht und ist für eine Gefällszunahme der Sohle nicht neu.[2])

Da die Grenztiefe $\sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$ bis heute nur auf Grund der ungenauen de Chézyschen Formel berechnet worden ist, sei noch gezeigt, daß sie auch dem weit genaueren[3]) Ansatz $U=\lambda\,y^{0,7}\,J^{,5}$ entspricht. Das ist der Fall, denn man hat nach ihm das Gefälle $i+\frac{dh}{dx}=\frac{U^2}{\lambda^2\,h^{1,4}}-\frac{U}{g}\frac{dU}{dx}=\frac{q^2}{\lambda^2\,h^{3,4}}+\frac{q^2}{g\,h^3}\frac{dh}{dx}$ oder $\frac{dh}{dx}\left(1-\frac{q^2}{g\,h^3}\right)=\frac{q^2}{\lambda^2\,h^{3,4}}-i$ oder unendlich groß für $h=\sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$ wie zuvor.

[1]) Boussinesq, Paris, Mém. prés. par divers savants 23 (1877) S. 202 beweist, daß man die Krümmung der Wasserfäden nicht zu berücksichtigen braucht, wenn $i < 0{,}0033$ ist.

[2]) P. Böss, Berechnung der Wasserspiegellage beim Wechsel des Fließzustandes (Springer) 1919, S. 20, 45. Forchheimer, Grundriß der Hydraulik (Teubner's Leitfäden 8) 1920 S. 59.

[3]) Forchheimer. Der Durchfluß des Wassers durch Röhren und Gräben (Springer) 1923.

Zum Donau-Versickerungs-Problem

Von Ingenieur C. Reindl, München.

In dieser Zeitschrift ist das Problem der Donauversickerung bei Immendingen schon wiederholt von der rein hydrologischen Seite aus (Jahrg. 1922, H. 9, S. 75, Jahrg. 1922, H. 22, S. 411 und laufender Jahrg., H. 14, S. 193) wie auch in Hinsicht auf Ausnutzung der durch die Versickerung bei Immendingen und den unterirdischen Lauf zur Aachquelle mit Ablenkung zum Flußgebiet des Rheins verloren gehenden Leistung (Jahrg. 1919, H. 13/14, S. 111/123) behandelt worden. An der letztgenannten Stelle brachte Herr Ing. Baader Vorschläge zur Verwertung der bis heute sich in Reibungsverlusten im unterirdischen Lauf aufzehrenden rund 172 m Bruttogefälle bei einer Wassermenge von 1,5 bis 3,5 cbm/Sek., womit nach Abzug der Gefällsverluste in den Kanälen und Stollen eine Leistung von rd. 2700 bis 6300 PS oder von 1800 bis 4200 kW sich ergeben würde. Nach den heute geltenden Gesichtspunkten über die Ausbaugröße der Wasserkraftanlagen wird sich aber, da Werke zur Deckung der Niederwasser-Fehlleistung aus Jahresspeichern sowohl wie aus Flußgebieten anderer Abflußcharakteristik durch die Kupplung der verschiedenen Netze zum Teil schon zur Verfügung stehen, zum Teil noch hinzukommen, der Ausbau auf eine höhere Leistung empfehlen. Die maximale und durch Auswaschung der unterirdischen Abflüsse sich stets vergrößernde Versickerungsmenge wird zu rd. 9 cbm/Sek. angegeben. Es dürfte sich daher empfehlen, mit der Ausbauleistung höher zu gehen, vielleicht auf 6 bis 7 cbm/Sek., was einer Höchstausnutzung an etwa 100 Tagen im Jahr mit rd. 8000 kW und einer Jahreserzeugung von etwa 37,5 Millionen kWh jährlich gleichkäme. Denn mit Rücksicht auf die in den großen allgemeinen Landesnetzen liegende Ausgleichsmöglichkeit müssen Werke wie das genannte als Grundbelastungswerke betrieben werden, um stets die höchste zur Verfügung stehende Wassermenge voll und 24 stündig auszunützen. Man kann den Betrieb dieser Anlage, welche als „Nutzbremse" für die von der Donau zum Rhein übergehende Wassermenge arbeitet, vergleichen z. B. mit einer Dampfanlage mit Abdampfverwertung, deren Generator man stets so belasten wird, daß zur abgegebenen Leistung die gesamte, hinter der Maschine benötigte Dampfmenge herangezogen wird, oder mit der mehrfach ausgeführten Energiegewinnung aus Gefällstufen in Wasserversorgungs- u. dgl. Anlagen,[1]) welche stets die dem gewollten Wasserdurchfluß entsprechende Leistung abgeben.

Inwieweit das vorhandene Gesamtgefälle von 172 m in 4 Stufen mit zwischen 10 und 100 m Nutzgefälle oder auf weniger Stufen bis herab zur Zusammenfassung in eine Hochdruckstufe auszubauen ist, entsprechend dem Vorschlag Baders in dieser Z. 1919, S. 124, für ersteren Fall oder mit 3 km Stollen und 12 km Rohrleitung im zweiten Fall (ds. Z. 1923, S. 195), und welche anderen Ausbaumöglichkeiten mit anderer Gefällsaufteilung unter Beachtung des Kostenminimums für die Gesamtanlage (baulicher Teil + Kraftwerkskosten) etwa vorzuziehen sind, kann nur die Detailprojektierung ergeben. Auf jeden Fall läßt sich unter Beachtung der für die Kraftwerke gestellten Aufgabe: volle Ausnutzung der Durchgangswassermenge im Zusammenarbeiten mit einem großen Netz als Grundbelastungsanlage, eine sehr einfache und billige Ausgestaltung schaffen, die von dem Baaderschen Vorschlag erheblich abweicht. Man wird zunächst jedes Kraftwerk mit nur einem Turbinensatz voller Leistung aus zwei Turbinen für je halbe Leistung, die ausrückbar gekuppelt sind und zusammen einen Gene-

[1]) Vernichtung und Ausnützung überschüssigen Arbeitsvermögens. Diese Z. 1922, H. 16, S. 294. — Vgl. auch diese Z. 1923, H. 3, S. 29, Die staatl. Landeswasserversorgung in Württemberg: „Die verfügbaren Druckhöhen sollen künftig zur Kraftgewinnung ausgenützt werden."

Digitized by Google

rator für volle Leistung treiben, ausrüsten. (Abb. 1.) Im ungünstigsten Falle, bei der Mindestwassermenge, läuft dann nur eine Turbine mit minimal ungefähr halber Beaufschlagung. also noch mit etwa 90 Proz. des Vollast-Wirkungsgrades, während beim Generator die Verhältnisse noch besser liegen. In der Abb. 2 zeigt die Kurve[2]) des Wirkungsgrades des Generators ηG von 1500 PS Normalleistung bis herab zu etwa ¼-Leistung noch 85 Proz. Wirkungsgrad, also nur ca. 8 Proz. Abfall für die verhältnismäßig kurze Zeit des Leistungs-Minimums. Die Kurven η^{TII} und η^{TIII} geben die Wirkungsgrade der beiden Turbinen einzeln an, welche im vorliegenden Beispiel mit 600 PS und 1000 PS Einzelleistung gewählt sind. Je nach der zu verarbeitenden Wassermenge läuft dann entweder die kleinere Turbine III mit dem Generator (größere Turbine abgekuppelt) mit einer Wirkungsgradkurve η^{III} für den gesamten Maschinensatz und einem Gesamtwirkungsgrad bei ¼ der Volleistung von rd. 0,7 und darüber, oder es treiben bei höherer verfügbarer Leistung beide Turbinen gekuppelt den Generator mit Wirkungsgraden nach Kurve η^{IV}. Die außerordentliche Verbilligung, welche in der Verwendung von nur einem Generator mit seinem Zubehör an Schalteinrichtungen in den Maschinen- wie Gebäudekosten liegt, gegenüber einer Verdoppelung dieser Teile mit Mehraufwand an Raum, rechtfertigt völlig den damit gegenüber

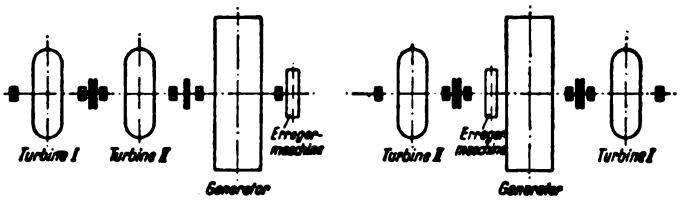


Abbildung 1.

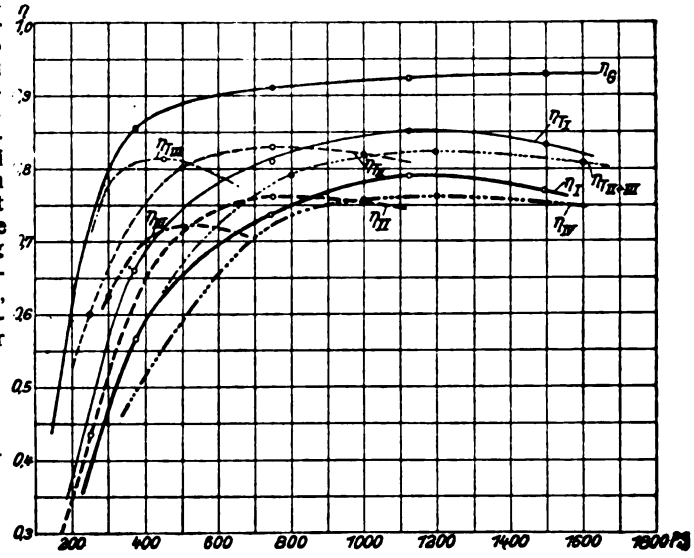


Abbildung 2.

einer Aufstellung von zwei kleineren Maschinensätzen erzielbaren geringen Zuwachs an Wirkungsgrad. Geschwindigkeitsregler sind für die in dauernder Parallelschaltung mit einem großen Netz laufenden und von diesem zwangläufig im Synchronismus gehaltenen Maschinen überflüssig, es genügt eine beim selbsttätigen Ausschalten eines Generators sowie bei einer gewissen Drehzahlüberschreitung als Folge einer Unterbrechung des Zusammenhanges mit dem Hauptnetz in Tätigkeit tretende selbsttätige Abschlußvorrichtung für die Turbinen oder durchgehsicherer Bau der Generatoren mit Auslösung des Hauptschalters bei Drehzahlüberschreitung, sowie eine einfache Wasserstandsregulierung für die Turbinen, welche deren Oeffnung der jeweiligen Zuflußmenge anpaßt und für stets volle Ausnutzung derselben sorgt. Noch vereinfacht, besonders in Hinsicht auf den Umfang und die Kosten der elektrischen Einrichtung, wird die Anlage durch Verwendung von Asynchrongeneratoren,[3]) welche auch die höchste Anspruchslosigkeit hinsichtlich der Bedienung— die sich dann nur mehr auf die Wartung des mechanischen Teiles der Anlage und der Wasserzuführung, wie Rechenreinigung u. dgl., erstreckt und durch einen Wärter ausgeübt werden kann — gewährt. Unter Umständen kann sogar die Fernbedienung und Fernbeobachtung eines Werkes vom nächsten aus angewendet werden.

Jedenfalls zeigen diese kurzen Betrachtungen schon, daß es Wege gibt, das Projekt der Ausnutzung der Donau-Ableitung zum Rhein hin in einfacher und wirtschaftlicher Weise zu lösen und daß es unter Ausnutzung der verschiedenen Vereinfachungsmöglichkeiten gegenüber dem Baaderschen Vorschlag, oder besser in deren Verfolgung und Ausgestaltung, keine Schwierigkeiten bietet, das Maximum der erreichbaren Leistung mit einem Minimum an Aufwand für den Bau wie für die Betriebsführung — und gerade das Letztere ist bei den heutigen Personalkosten außerordentlich ausschlaggebend — zu erreichen. Ein glücklicher Umstand ist es, daß bei Wahl der passenden Mittel gerade bei derartigen Wasserkraftanlagen die Erreichung des Kostenminimums für die Bedienungskosten von selbst das Kostenminimum für die Maschineneinrichtung mit sich bringt und nicht, wie man erwarten möchte, Mehrkosten für die Ausrüstung bedingt. Die Umwandlung dieser bisherigen Energieverlustquelle zur Energiequelle ist jedenfalls unendlich erheblicher, als die Verbauung der Versickerung, deren Verlustwassermenge im weiteren Verlauf der Donau nicht mehr fühlbar ist, hier aber neben der Erhaltung des Abflusses im Interesse der Aach-Unterlieger eine neue, Brennstoffe und ihre Transportkosten sparende Kraftquelle im Gegenwert von jährlich etwa 50 000 t Kohle erschließt.

[2]) Diese Anordnung ist in der Siemens-Zeitschrift 1921, H. 5, S. 165, von Kyser näher untersucht, welcher Stelle das Beispiel entnommen ist.

[3]) Vgl. diese Z. 1922, H. 16, S. 297.

Rundschau

Wasserkraftnutzung

Ausnutzung der Unteren Isar. Das Ministerium des Innern hat dem Bayer. Kanal- und Schiffahrtsverein auf eine Eingabe hin folgenden Bescheid erteilt: „Über die Ausnützung der unteren Isar liegen mehrere Studien der Wasserkraftabteilung vor. Auch sind bereits von privater Seite Ausnützungsvorschläge gemacht worden, so von dem Ingenieurbureau Hallinger und Geh. Oberbaurat Dr. Schmick, sowie hauptsächlich vom bodenwirtschaftlichen Standpunkt aus von Baurat Reischle. Diese Vorarbeiten entsprechen in manchen Punkten nicht mehr den heutigen Anforderungen, die eine eingehende Berücksichtigung nicht nur wirtschaftlicher Kraftausnützung, sondern auch der Belege der Bodenkultur und der Schiffahrt verlangen. Die Aufstellung eines Bauentwurfes war von der Staatsregierung seit einiger Zeit in Aussicht genommen, mußte jedoch wegen dringlicher Projekte zunächst zurückgestellt werden. In Würdigung der Eingabe des Kanal- und Schiffahrtsvereins soll nunmehr der Entwurfsaufstellung nähergetreten werden. Weisung bezüglich der einleitenden Vorarbeiten ist bereits an die Regierung von Niederbayern ergangen. Die Wasserkraftabteilung, der die Leitung der Entwurfsaufstellung übertragen ist, wird mit dem Bayer. Kanal- und Schiffahrtsverein und dem Isarstädte-Verband jeweils rechtzeitig wegen der bestehenden Wünsche und Anregungen in Fühlung treten."

Die „Bayerische Staatszeitung" und hieraus die „Freie Donau" bringt eine Einsendung zur Gründung dieser neuen

Digitized by Google

An unsere Abonnenten!

Die „Wasserkraft" kostet im Oktober Mk. 100,000,000.—. Bei Abonnenten, welche bis heute die September-Bezugsgebühr noch nicht bezahlt haben, müssen wir für September eine Zahlung von 80,000,000 Mark verlangen. Wir ersuchen um sofortige Einsendung der Beträge unter Benützung der beiliegenden Zahlkarte. Bei Zahlungen, die nicht innerhalb 10 Tagen in unserem Besitz sind, müssen wir uns Nachforderung vorbehalten. Richard Pflaum-Verlag.

bayerischen Großwasserkraft-A.-G., die wir in Heft ? Seite ?? gemeldet hatten. Diese Zuschrift gibt der Anschauung Ausdruck, daß zur Vermeidung eines Raubbaues an unseren Wasserkräften das staatliche Monopol allein richtig sei und daß der Ausbau der Unteren Isar an sich keine vordringliche Sache sei, da der Bedarf an nicht speicherfähigen Niederdruckkräften für zunächst durch die im Ausbau stehenden staatlichen Großkraftanlagen gedeckt würde, so daß die Leistung der Unteren Isar vorerst größtenteils nur als minderwertige Abfallkraft verkäuflich wäre. Aus diesen Argumenten wird geschlossen, daß die Erteilung der Ausbaukonzession zweifelhaft sei und der Einsender bringt damit wohl auch seine eigene Meinung oder seinen Wunsch zum Ausdruck.

In einer kurzen Entgegnung stellt Herr Hallinger nur fest, daß der statutenmäßige Zweck der neuen Gesellschaft zunächst nur die Durchführung des Konzessionsverfahrens zum Ausbau der Unteren Isar ist und gibt der Annahme Raum, daß die Konzession erfolge, wenn die Durchführung des Unternehmens auf seriöser und leistungsfähiger Grundlage gesichert erscheint.

Uns wird hierzu berichtet: Die in Nr. 16 der „Freien Donau", S. 266, abgedruckte Zuschrift aus der „Bayer. Staatszeitung" gibt der Anschauung Ausdruck, daß der privatseitige Ausbau von weiteren Großwasserkräften an öffentlichen Flüssen nicht konzessioniert werden sollte, als der einheitlichen und rationellen Wasserkraftausnutzung entgegenlaufend. Abgesehen davon, daß schon andere Großkraftstufen ebenfalls der Privatunternehmung, n. z. nicht zur Allgemeinversorgung, welche auf dem Programm der Unteren Isar A.-G. an erster Stelle genannt ist, sondern zur Hauptsache für industrielle, also rein privatwirtschaftliche Zwecke, überlassen wurden, kann man über ein Staatsmonopol zum Ausbau der weiteren Großkräfte geteilter Meinung sein. Ich habe schon vor Längerem in der Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen darauf hingewiesen, daß jedes Monopol die Grundbedingung für rationellstes Arbeiten und billigste Lieferung, nämlich den Konkurrenzkampf, von vornherein ausschaltet, und unsere ganze hochentwickelte Elektrizitätsversorgungswirtschaft hat sich rein privat durch unsere großen und kleinen Überlandzentralen (Lechwerke, Amperwerke, Isarwerke usw.) entwickelt und ist erst in verhältnismäßig naher Vergangenheit durch Staatsverträge und durch den Bayernwerks-Zusammenschluß vereinheitlicht und staatlich kontrolliert worden. Davon abgesehen dürften gerade die neuesten privaten Großkraftwerksbauten (Alz, Inn) den Nachweis erbracht haben, daß private Unternehmer mindestens ebenso rationell, billig und rasch — vielleicht rascher — ausbauen als der Staat, und Schnelligkeit bedeutet auch Billigkeit. Nachdem die Zuschrift selbst betont, daß vorerst der Bedarf an Leistung, insbesondere an Leistung von der Charakteristik der Isar, gedeckt sei, dürfte schon gar kein Hindernis bestehen, die Untere Isar einmal privatseitig und mit bayerischem Kapital — denn daß, abgesehen von den im Bau befindlichen staatlichen Werken, die meisten übrigen Großkraftwerke außerbayerisches Kapital überwiegt, ist nicht zu bestreiten — ausbauen zu lassen unter der Bedingung der Einordnung in den staatlichen Generalplan und dem bayerischen Kapital eine Anlagemöglichkeit in einem rein internen Unternehmen wertbeständigster Art zu öffnen. Und wenn die für die Landesversorgung zunächst also nicht benötigte minderwertige Überschußkraft der ersten Stufen der Unteren Isar wirklich nur als solche an anpassungsfähige Großindustrien abgesetzt würde, die wieder direkt durch ihre Erzeugnisse (z. B. Düngemittel) dem Lande nützen, Frachten sparen und Arbeitskräfte beschäftigen, so wäre dieser aus Überschußleistung erzielte Gewinn immer noch besser als kein Gewinn aus der unausgebaut bleibenden Kraft und würde die Mittel sammeln helfen für den Ausbau der weiteren Stufen. Das Landesinteresse ist nicht im monopolisierten Ausbau unserer Großkräfte durch den Staat begründet, sondern im raschesten und billigsten Ausbau unter Einordnung in den Generalplan, der nicht den Bauherrn, sondern die Verwertung der Energie im Sinne der Verhütung unzweckmäßiger Zerstückelung von Flußläufen zum Endzweck hat, und diesem Interesse kann nur gedient sein, wenn bayerisches Kapital sich in einem stufenweisen Ausbau so, daß eine Anfangsstufe selbst die Mittel schafft zur Erstellung weiterer Stufen, aus sich selbst heraus vermehrt.

Ein neues Kraftwerk in Wallis. Unlängst sind im Turtmanntal die Arbeiten für ein neues Kraftwerk begonnen worden, das Illsee-Turtmann-Werk, das wie folgt projektiert ist:

Der Illsee, der zwischen Bella Tola, Brunethorn und Illhorn liegt, wird durch eine Staumauer um 15 m höher gestaut, so daß er — mit seinem kleinen Bruderseelein vereinigt — ein Staubecken von 5 Millionen Kubikmeter bilden wird, das bis 30 m unter den jetzigen Wasserspiegel abgesenkt werden kann. Durch einen 2 km langen Tunnel werden dann noch die Wasser der beiden Seelein auf der Meretschialp sommerüber in den Stausee gepumpt. Im Winter fließt dann das aufgespeicherte Wasser durch den gleichen Tunnel zurück nach Meretschi und von da durch einen anderen Tunnel ins Wasserschloß, das unweit vom Gipfel des Emshorns eingesprengt wird. Mit einem Gefälle von 1000 m wird es sodann der Zentrale in Oberems zugeführt, die nur im Winter arbeitet und 8000 Pferdekräfte liefern kann.

Der zweite Teil des hydraulischen Werkes sieht eine Fassung des Turtmannbaches auf 1400 m Meereshöhe vor, im Hübschweidli. Ein 3 km alnger Tunnel führt den Bach

Digitized by Google

nach Oberems, wo ein Reservoir von 50 000 cbm Fassung ihn und das Unterwasser des ersten Werkes aufnimmt. Eine Druckleitung von 740 m Gefälle leitet das Wasser zu der zweiten Zentrale in Mühlackern hinunter, die 15 000 PS liefern kann. Während des Sommers genügt dazu die Kraft des Turtmannbaches. Im Winter aber, wenn der Bach fast versiegt, wird er durch die im Illsee aufgespeicherten Fluten verstärkt. Die elektrische Energie wird zur Hauptsache in die Aluminiumwerke in Chippis geleitet, zum Teil an die bernischen Kraftwerke abgegeben. Die Arbeiten im Gebiet des Illsees werden etwa 3—4 Jahre dauern, in der Region Turtmann-Oberems-Mühlackern etwa zwei bis drei Jahre. Bereits stehen unter der Leitung von Ing. Lusser in Susten gegen 300 Arbeiter aus der Umgebung am Werk.

Wasserkraftanlagen

Betriebsstörungen. Unsere südbayerischen Überlandwerke haben eine böse Woche hinter sich. Beim neuen Kraftwerk Haag der Amperwerke ereignete sich, nachdem die Anlage erst vor kurzem in Betrieb gekommen war, in nächster Nähe des Kraftwerkes ein Dammbruch, der nach den Berichten der Tageszeitungen von ziemlich verheerenden Folgen begleitet war. Aus einem noch unaufgeklärten Grund trat nachts ein Dammrutsch ein, die ausgetretenen Wassermassen richteten an den Betriebsanlagen und in der Umgebung durch Unterspülung und durch das Einfressen eines neuen Bettes für das ausgetretene Wasser beträchtlichen Schaden an, wobei auch die Maschinen des Kraftwerkes zum Teil zeitweilig unter Wasser kamen. Durch das plötzliche Abströmen des Kanalinhaltes einerseits durch die entstandene Lücke, andererseits durch das Öffnen des Leerschusses, brach infolge des plötzlichen Wegfalles des Wasserdruckes auf die Dämme eine größere Strecke des Kanals ein, so daß wohl mit einer längeren Wiederherstellungsdauer bis zur Inbetriebnahme und dadurch mit einem erheblichen Ausfall an Wasserkraftleistung zu rechnen sein wird.

Wenige Tage später wurde die Obüz vom Unglück verfolgt. Bei deren Wasserkraftwerk Schönmühl bei Penzberg, einer durch die Ausnützung einer außerordentlich günstigen Gefällsstufe der Loisach bemerkenswerten Anlage von ca. 5000 PS Leistung, welcher das Loisachwasser unter Abschneidung eines großen Bogens der Loisach durch einen kurzen, einen Höhenrücken durchsetzenden Stollen zugeleitet wird, an welchem sich fast unmittelbar das Einlaufbecken für die beiden offenen eingebauten Turbinen mit ca. 12 m Gefälle anschließt, wurde infolge Mitreißens von Schwemmsel ein Rechenfeld eingedrückt. Die Loisach bringt gegenwärtig infolge stromaufwärts vorgenommener Korrektionsarbeiten aus dem dortigen Moorgebiet sehr viel Torf in großen und kleinen Brocken und Fasern mit, welche mangels eines dem Einlaufbauwerk bei der Wasserfassung vorgebauten Rechens durch den Stollen an den Feinrechen gelangten, denselben versetzten und dadurch das Eindrücken desselben bewirkten. Die Ausbesserungsarbeiten, welche ein Abdämmern des Stolleneinlaufens bedingen, werden ebenfalls eine zeitweise Stillsetzung des Werkes verursachen.

Letzterer Unfall ist deshalb interessant, weil er zeigt, daß auch dann, wenn der Kraftanlage ein größerer See unmittelbar vorgelagert ist, dennoch sich solche Schwierigkeiten ergeben können.

Kraftwerk Röhrenhof am Weißmain. Im August ds. Js. ist in der Nähe von Berneck (Oberfranken) eine von Dipl.-Ing. Karl Fischer (München) projektierte Anlage, 1000 PS. Turbinenleistung, in Betrieb gekommen. Dieser Anlage wird in Fachkreisen großes Interesse entgegengebracht (siehe Zeitschr. des Vereins „Deutscher Ingenieure" Nr. 1 und 2, 1923, Bericht von Prof. Dr. Oesterlen, Hannover), da in derselben erstmalig die Anwendung des von Dipl.-Ing. O. Poebing erfundenen Regulirverfahrens (Esibe-Regulierung) in Verbindung mit 2 Banki-Turbinen bisher größter Bauart zur Verwendung gekommen ist. Die Anlage besitzt ein Gefälle von 114 m und verarbeitet maximal 860 l in der Sekunde. Die Anlage arbeitet werktäglich als Grundbelastungswerk mit voller der Wasserführung entsprechenden Belastung in das Netz der Bayerischen Elektrizitätslieferungs-Gesellschaft (Betriebszentrale Bayreuth). Sonntäglich arbeitet das Werk als normales Regulierwerk. Die General-Lizenz für die neue Regulierung besitzt die Bayer. Wasserkraft A.-G., jedoch lediglich für Deutschland.

Von Interesse ist bei der Anlage auch die Neuart der Energie-Vernichtung durch eine sogen. hydraulische Düsenbremse, deren Tosbecken einen außergewöhnlich kleinen Inhalt besitzt. Die Anwendung der Düsenbremse in einer größeren Anlage erfolgt ebenfalls erstmalig, nachdem dieselbe in dem Nürnberger Großmodell der Esibe-Regulierung sich 1922 als betriebsfähig erwiesen hat.

Energiewirtschaft

Wertbeständige Strompreise der bayerischen Elektrizitätswerke. Eine Mitgliederversammlung des Verbandes bayer. Elektrizitätswerke hat beschlossen, daß die Strompreise auf eine wertbeständige Basis gebracht werden sollen, und zwar dadurch, daß der Strompreisberechnung die bei Rechnungsstellung gültigen Teuerungsfaktoren zu Grunde gelegt werden. Bei Geldentwertung zwischen dem Zeitpunkt der Rechnungsausstellung und dem des Geldeinganges sollen angemessene Ausgleichszuschläge erhoben werden. Die Rechnungen sollen mit tunlichster Beschleunigung den Abnehmern zugestellt werden. Bei Zahlungsverzug müssen die Rechnungen nach den beim Zahlungstag gültigen Teuerungsfaktoren aufgewertet werden. Hierbei sollen die Teuerungsfaktoren nicht den Geldwertsnotierungen der Börse, sondern wie bisher grundsätzlich nach den aus Produktions-, Werks- und Netz-Instandhaltungskosten der einzelnen Werke ermittelten Teuerungsformeln bestimmt werden. Da auch nach diesen Normen Mittel für Betriebsreserven an Kohle usw. nicht beschafft werden können, sollen hierfür entsprechende a conto-Zahlungen von den Abnehmern eingehoben werden. Die nach diesen Richtlinien berechneten Strompreise für Kleinabnehmer ergeben für den Durchschnitt der bayerischen Werke nur einen geringen Bruchteil der Friedenspreise.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Elektrische Heizung mit Überschußkraft. „Fortschritte der Technik" Nr. 17, Beilage der Münchener Neuesten Nachrichten v. 26. Aug. 23. Von Ing. C. Reindl. — Wirtschaftliche Möglichkeit elektrischer Raumheizung, Zentralheizung, Warmwasserbereitung, elektr. Kochens und Backens, insbes. mit Wärmespeicherung und bei günstiger Tarifgestaltung für Nachtstrom.

Energiewirtschaft. Von Obering. Reischle (Fortsetzung). Zeitschr. d. bay. Revisionsvereins 1923, H. 15, S. 119 und H. 16, S. 125—128. — Veredelung minderwertiger Brennstoffe und Verfeuerung an Ort und Stelle mit elektrischer

Digitized by Google

Energieübertragung; Ausnutzung der Feuerungsrückstände. Gasförmige Brennstoffe und Vergasung, Verkokung, flüssige Brennstoffe aus dem Vergasungsprozeß. — Forts. folgt.

Die Leistungserhöhung der Dampfkesselanlagen und ihre Aussichten. Von Prof. Dr. Loschge. Zeitschr. d. bayer. Revisionsvereins 1923, H. 15, S. 113—115 und H. 16, Seite 121—123, mit 12 Abb. — Die durch die nötige Leistungssteigerung der Kessel als Folge der wachsenden Maschinengrößen nötig gewordenen Aenderungen an Feuerungen und Kesselbauart. Kohlenstaubfeuerung. Vergrößerung oder Erhöhung der Beanspruchung. Bauliche Einzelheiten.

Verbilligung der Stromversorgungsanlagen. Reindl. Der elektrische Betrieb 1923, H. 6, S. 62/66, mit 7 Abb. — Mittel zur Verbilligung der Baukosten von Hochspannungsleitungen und Ortsnetzen: verbilligte Masten; Vorzug des Eisens vor Kupfer für viele Zwecke bei Hochspannungsleitungen, Aluminium; Masttranformatorenstationen; Kupferersparnis und Verbesserung des Betriebes durch Verbesserung der Phasenverschiebung; der Synchron-Kleinmotor.

Neuere ausländische Höchstspannungsschalter. Von Dr. W. Hütter. E. T. Z. 1923, H. 34, S. 801—809, mit 21 Abb. — Beschreibung amerikanischer Höchstspannungs-Luft- und Oelschalter bis 220 kV und der damit gemachten Erfahrungen.

Energieverteilung. Die Möglichkeit einer Kraftübertragung durch Kabel mit 100 000/150 000 V. — Der elektrische Betrieb, 1923, H. 16, S. 197. — Vorschlag von A. M. Taylor zur Sechsphasenschaltung zweier konzentrischer Drehstromkabel.

Die Wasserkräfte Turkestans. Von Ing. Stifter, Pilsen. — E. T. Z. 1923, H. 33, S. 782—783, 1 Abb. — Hydrographische Uebersicht über das Land, Charakteristik der Gewässer, Aussichten für die Verwertung der verfügbaren Leistung.

Schwedens Wasserkraftbilanz und die Elektrisierung der Landwirtschaft. Von C. A. Rossander. — E. T. Z. 1923, H. 33. S. 784—785, 1 Abb. — Kurzer Bericht über die Arbeiten der Elektrisierungskommission; Energiemenge und -Bedarf; System der Elektrisierung.

Über Leitungs-Isolatoren für Hochspannung. Von W. Borgquist. — Mitteilungen d. Vereinigung d. Elektrizitätswerke Nr. 342, August 1923, S. 263—268 (nach Teknisk Tidshrift vom 7. 1. 22). — Erfahrungen der schwed. Wasserfallbehörde an 1700 km Leitungen aus 13jähriger Beobachtung für Spannungen bis 132 kV mit Stütz- und Hänge-Isolatoren deutscher und amerikanischer Herkunft, konstruktive Einzelheiten.

Die selbsttätige Parallelschaltvorrichtung Bauart B.B.C. Von Landsmann. — Mitteilungen d. Vereinigung d. Elektrizitätswerke Nr. 342, August 1923, S. 268—272, mit 4 Abb. — Beschreibung und Anwendung der Vorrichtung.

Buchbesprechungen

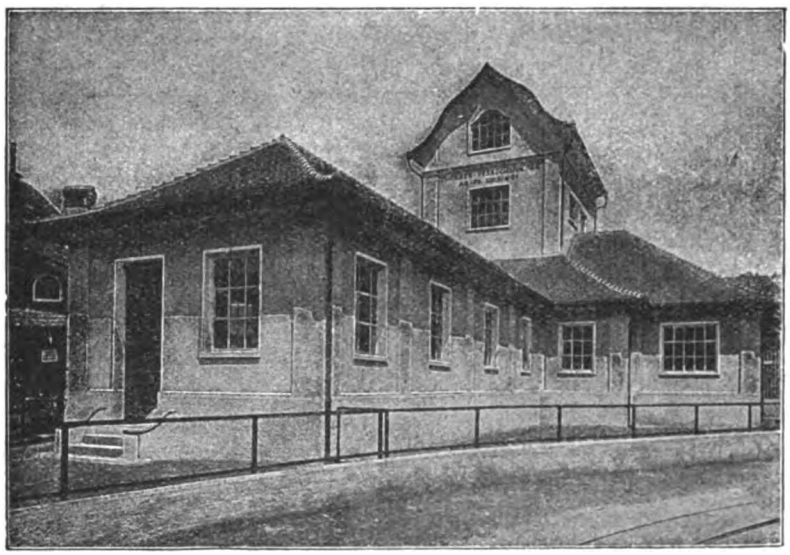
Elektrotechnik.

Handbuch der elektrischen Raumheizung. Von Wilhelm Heepke, Studienrat. Zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage mit 123 Text-Abbildungen. Halle a. S., Karl Marchold, Verlags-Buchhandlung 1923.

Ein wirklich zeitgemäßes Buch, in dem in sehr dankenswerter Weise alles Wissenswerte über elektrische Raumheizung aufgenommen ist und das dem Fachmanne sowohl als dem Laien, der sich über dieses immer mehr aktuell werdende Gebiet informieren will, gründlichsten Einblick ermöglicht. In dem vorliegenden Büchelchen sind endlich einmal, wie man sagen muß, mit großem Fleiß au ch sämtliche rechnerische Unterlagen zusammengetragen, die die zahlenmäßige Bearbeitung elektrothermischer Fragen ermöglichen, und damit die Willkür beseitigen helfen, die dieses junge Gebiet zeitweise direkt in Verruf brachten.

Der Verfasser entwickelt zunächst aus der im Vergleich zu Vorkriegszeiten total verschobenen Lage der deutschen Wärmewirtschaft die Berechtigung der elektrischen Heizung, besonders unter Berücksichtigung der Verwendung

A. G. der Maschinenfabrik von **Theodor Bell & Co.** Kriens-Luzern. Gegründet 1855.



Turbinen-Versuchs-Anlage der A.G. Theodor Bell & Co. Kriens

für Hochdruck- u. Niederdruck-Turbinen u. Regulatoren

Wasserturbinen, Präzisionsregler, kompl. hydraulische Anlagen — Maste u. Tragwerke für elektr. Leitungen.

Digitized by Google

von Wasserkraftstrom und zeigt sodann, wie — wenn auch allmählich — die Elektroheizung in Konkurrenz mit anderen Heizarten tritt. Das zweite Kapitel behandelt die geschichtliche Entwicklung der elektrischen Heizung unter Würdigung so ziemlich sämtlich bekannter Systeme und ihrer Verwendung. Im dritten Abschnitt folgt nach Aufzählung der Vorteile der Elektroheizung die Ableitung der Berechnungsformel für die verbrauchte elektrische Energie und eine Gegenüberstellung der Kosten für die verschiedenen Heizarten, wobei die beigegebenen Tabellen gute Dienste leisten. Die Anwendbarkeit und die Verwendungsgebiete leiten über zu dem wichtigen Abschnitt über die Berechnung der Anschlußwerte und den Stromverbrauch der elektrischen Heizkörper bei gegebener Wärmeleistung, wobei vor allem auch die physikalischen Ableitungen der Werte für die Einführung sehr zu begrüßen sind. Schließlich gegebene Faustformeln erleichtern die praktische Anwendung, die an Beispielen gezeigt wird. Derselbe Teil bringt noch unter der Ueberschrift: „Temperatur- und Wärmeverteilung" die für die Beheizung den verschiedenen Zwecken dienenden elektrischen Spezialöfen und ihre charakteristische Wirkung.

Die „allgemeine Durchführung der elektrischen Raumheizung" informiert über die verschiedenen Schaltungen der Heizleiter und diese selbst nach Material und physikalischen Eigenschaften, wobei das reiche Tabellenmaterial vor allem dem Fachmann interessante Gegenüberstellungen ermöglichen. Dabei gestattet dieser Teil nochmals ein detailliertes Eingehen auf die verschiedenen Fabrikationssysteme, ein Abschnitt, der zum Heizkörperbau im Besonderen überleitet, in dem mit großer Gründlichkeit die Charakteristika so ziemlich aller Erscheinungen auf dem Gebiete des Elektro-Heizofenbaues mit ihren Vor- und Nachteilen durchgesprochen und umfangreiches Zahlen- und Tabellenmaterial beigebracht wird. Nach einer kurzen Erwähnung der Induktionsöfen kommen wir zum besonders in letzter Zeit viel bearbeiteten Gebiet der elektrischen Wärmespeicher für Ueberschußstrom und lernen dabei sowohl die Trocknung, wie auch die sogenannten nassen Heißwasser- und Dampfspeicher-Systeme inklusive der elektrischen Kessel kennen, eine Art der elektrischen Heizung, der besonders in Kombination mit bestehenden Zentralheizungsanlagen eine große Zukunft bevorsteht. Dabei hätte man gerne noch etwas mehr Einzelheiten über die verschiedenen Systeme der elektrischen Hochspannungs-Elektrodenkessel und ihre interessanten Arbeitsprinzipien gehört. Sonst ist auch dieses Gebiet äußerst gründlich durchgearbeitet und an Hand von Beispielen verständlich gemacht. Im 6. Kapitel macht uns der Verfasser mit der Kirchenheizung und ihrer rechnerischen Behandlung, mit der Beheizung von Bahnwagen und Schiffskabinen bekannt und kommt schließlich im 7. Kapitel auf die Schaltung, Regulierung und die selbsttätigen Wärmeregler zu sprechen, ein Abschnitt, der besonders für den angehenden Elektrothermiker unentbehrlich ist. Einige Seiten über Anlage und Betrieb der elektrischen Heizung schließen das wirklich nur empfehlenswerte Buch, in dem man vielleicht in einer neuen Auflage unter den modernsten Heizungssystemen noch die sogenannte Linearheizung und ihre Eigentümlichkeiten aufnehmen müßte.

Mittellungen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H., 1923, Heft 7. — Eine Fülle von interessantem Material, für den Sonderfachmann sowohl wie für den Leser aus Verbraucherkreisen, trägt das vorliegende Heft unter dem Titel „Gesichtspunkte für die Bestimmung der Regen-Ueberschlagsspannung von Freileitungs-Isolatoren" von Dr.-ing. W. Weicker, Hermsdorf, zusammen. Wenn auch die ungünstigste elektrische Beanspruchung bei starkem nassem Nebel und Schneetreiben über dem Gefrierpunkt liegt, so dient zur Prüfung der Isolatoren doch der im Prüffeld nachahmbare Regenfall von bestimmter Stärke und bestimmtem Einfallwinkel. Die Arbeit untersucht nun den Einfluß der verschindenen bei natürlicher und künstlicher Beregnung vorkommenden Veränderlichen auf die Höhe der Ueberschlagsspannung und die hierin liegenden Abweichungen zwischen den nach den Prüfvorschriften des V. d. E. geforderten Bedingungen und den ungünstigsten Betriebsbedingungen. Die durch die Prüfvorschriften geforderte Regenmenge von 3 mm/Min. wird an Hand umfangreichen meteorologisch-statistischen Materials als mit mehrfacher Sicherheit ausreichend, die Regendauer von 5 Min. als genügender Mindestwert erachtet, über den Einfluß der Richtung des auftreffenden Regens geben ebenfalls Versuche Aufschluß, wie überhaupt die ganze Arbeit durch reichhaltiges Versuchsmaterial und Kurven über den Einfluß der verschiedensten Faktoren (Regendauer, Einfallwinkel, Gliederzahl von Hängeisolatoren, Leitfähigkeit des Wassers, Kurvenform, Leistung der Prüfanlage u. dgl.) belegt ist. Einen breiteren Raum nimmt der bisher viel zu wenig beachtete Einfluß der Leitfähigkeit des zum Beregnen verwendeten Wassers auf die Ueberschlagsspannung ein — eine Variable, deren Außerachtlassung, nebenbei bemerkt, sich auch in der Elektro-Heiztechnik schwer rächen kann. Aufgefangenes Regenwasser schwankt in seiner Leitfähigkeit, je nachdem ob es auf freiem Lande oder in Städten aufgefangen ist, zwischen 10 und 100 $\mu S\,cm^{-1}$ (1 Mikro-Siemens-$\mu S\,cm^{-1} = \frac{1}{106}\,\Omega$ = Leitfühigkeit eines Würfels 1 cm Seitenlänge), wogegen die Leitfähigkeit von Leitungspasser einer Anzahl von Orten zwischen 80 und 1010 mScm schwankt und auch sich mit der Jahreszeit ändert. Im allgemeinen entspricht der Leitfähigkeit des fallenden Regenwassers etwa jene des handelsüblichen destillierten Wassers. Die Abhängigkeit der Ueberschlagsspannung von der Leitfähigkeit ist für die einzelnen Formen und Typen der Isaolatoren recht verschieden und wird durch ausfürliches Versuchsmaterial so weit geklärt, daß Umrechnungsfaktoren für die Ueberschlagsspannung entsprechend dem zur Beregnung verwendeten Wassers aufgestellt werden können zwecks Bezuges auf gleiche Grundlagen. Verschiedene Länder haben in ihren Prüfungsvorschriften auch mehr oder weniger weit ausgedehnte Spielräume für die Leitfähigkeit des Versuchswassers vorgeschrieben, alle bis-

Telegramm-Adresse: Seckstein — MÜNCHEN — Telephon-Nummer 53132

255

515 **Bau-Ingenieur**

Bauleiter einer Wasserkraft-Anlage, ledig, vers. im Wasser-, Tief-, Eisenbeton- und Hochbau, sucht geeignete Stellung im In- oder Ausland. Offerten erbeten unter 515 an den Verlag der „Wasserkraft".

Ca. 75 Stück 4-6 m lange eiserne Larrsen Spundbohlen

gebraucht, rammfähig für etwa 60% des jeweiligen Moniereisenpreises b. sofortig. Anzahlung z. verkaufen.

Ingenieur-Büro für Wasserkraftanlagen und Wasserbau

Otto Kind, Zivil-Ingenieur
ERFURT, Anger 23. Telef. 1652.

Dipl.-Ingenieur

als **Konstruktions-Chef** gesucht. Gründl. theoret. Kenntn. u. Sicherh. i. Entwerf. unbedingt erforderlich.

Ferner suchen wir

Dipl.-Ingenieure

für **Entwerfen und Bau von Wasserkraft-Anlagen.**

Angeb. m. Lebensl., Zeugnis-Abschr., Ref., Lichtb. u. Gehaltsansprüche erbeten.

Ludin A.-G.
Ing.-Büro für Wasserkraft, Wasserwirtsch. u. Elektr.-Versorgung
Karlsruhe.

Digitized by Google

herigen Vorschriften schließen eine erhebliche Sicherheit gegenüber den tatsächlichen Verhältnissen ein, wie eine übersichtliche gegenüberstellende Abbildung zeigt. Die Einflüsse des Luftdruckes und der Temperatur (Luftdichte) im Sinne eines Ansteigens der Ueberschlagsspannung mit zunehmender Luftdichte lassen sich durch einfache Korrektur ausschalten. Die Einflüsse der Anordnung der Isolatoren, also Stützen-Maße, Beschaffenheit der Traversen u. dgl., konstruktive Kennzeichen des Zusammenbaues von Isolatoren und Masten, dagegen lassen sich nur von Fall zu Fall durch Nachahmung der Einbauverhältnisse auch beim Versuch ausschalten. Nach einer Untersuchung über den Einfluß der Kurverform, der Leistung der Versuchsanlage und der Frequenz an Hand von Kurvenblättern wird noch eine kurze Zusammenfassung über den Sicherheitsgrad bei verschiedenem Wasser und eine Gegenüberstellung der Prüfvorschriften verschiedener Länder gegeben. Das Heft ist ein Beweis deutscher Gründlichkeit in der Behandlung auch scheinbar recht fernliegender, in Wirklichkeit sich aber dann doch erheblich zeigender Probleme. Rdl.

Der Glimmschutz. Erfahrungen und Versuche mit einem neuen Ueberspannungsschutz. Von Dr.-ing. Georg J. Meyer. Leipzig 1923, 61 Seiten mit 58 Abb. Geh. G.-Z. 0,75.

Die vorliegende Schrift hat über ihren Zweck als Propagandaschrift hinaus allgemeineres Interesse durch die gründliche experimentelle und auf Beobachtungen gestützte Darstellung und Veranschaulichung eines Teiles der Ueberspannungsfrage auf dem Boden großzügiger Betriebsversuche, wie solche bisher unseres Wissens nur von Petersen in noch größerem Ausmaß angestellt und verwertet werden konnten. Es darf nicht Zweck der Besprechung einer literarischen Neuerscheinung sein, über den Wert der in ihr besprochenen Neukonstruktion zu urteilen, deren Beschreibung hinsichtlich Wirkungsweise und Aufbaues den Anfang bildet. Ein ausgedehnter Abschnitt mit Wiedergabe von oszillographischen Strom- und Spannungsaufnahmen behandelt die erwähnten Erdschlußversuche an einem im Betrieb stehenden Teil des 15 kV-Netzes des staatlichen Elektrizitätsamtes Cassel und gibt ein Bild über die am häufigsten auftretenden Ueberspannungen aus Anlaß einphasiger Erdschlüsse. Der letzte Teil stellt Erfahrungen und Berichte aus Anlagen zusammen, die mit dem neuen Schutzsystem ausgerüstet sind und enthält ebenfalls manche allgemein interessante Folgerungen über die Häufigkeit und Heftigkeit der verschiedenen Ueberspannungen vom Wintergewitter bis zum Erdschluß. Rdl.

Wirtschaftliches.

„Die Wirtschaftskurve mit Indexzahlen der Frankfurter Zeitung." Jahrgang 1923, Heft III. Frankfurter Societäts-Druckerei G. m. b. H., Abteilung Buchverlag, Frankfurt a. M. Grundzahl: M. 1.25, Teuerungs-Multiplikator: Schlüsselzahl des Buchhändler-Börsenvereins.

Das neue Heft der Vierteljahrsschrift „Die Wirtschaftskurve" (nach den Methoden und unter Mitwirkung von Ernst Kahn) dürfte wie die früheren Hefte wieder den Handels- und Industriekreisen, den Banken sowie allen Wirtschaftspolitikern und Statistikern eine Fülle von Material geben, dessen sie im täglichen Leben als notwendiges Rüstzeug zur Untersuchung der aktuellen wirtschaftlichen und finanzpolitischen Fragen bedürfen. Die in den früheren Heften begonnenen Kapitel wurden in neuer, zum großen Teil erweiterter Forschung ausgebaut. Um Vergleiche mit dem Nachbarstaat zu ermöglichen, ist wieder eine Anzahl Untersuchungen auf Deutsch-Oesterreich ausgedehnt worden. Die Entwicklung der Groß- und Kleinhandelspreise und der Lebenshaltung ist bis in den August hinein fortgesetzt. Bei der Untersuchung der Löhne und Gehälter wurde der „Lohnsatz und Verdienst in der Schuhindustrie" zum Gegenstand einer Sonderstudie gemacht und die Löhne und Gehälter in Deutsch-Oesterreich erfaßt, um einen Vergleich zwischen Deutschland und seinen Nachbarstaaten

Digitized by Google

zu ermöglichen. Das Währungs-Chaos wurde be ider Beobachtung der Valutabewegung dargestellt bei der Untersuchung de rEntwicklung der Börse ist der Abschnitt über die wertbeständigen Anleihen entsprechend der Bedeutung dieser neuartigen Emissionen erweitert und vertieft. Das zahlreich zusammengetragene Tabellenmaterial wird durch eine große Reihe ein- und mehrfarbiger graphischer Darstellungen ergänzt und erläutert.

Der Verlag R. Oldenbourg, München, hat den von F. M. Feldhaus, dem durch seine Studien bekannten Historiker der technischen Wissenschaften, herausgegebenen technisch-historischen Abreißkalender übernommen. Der Jahrgang 1924 wird in neuer Aussattung Anfang Oktober erscheinen. Unsere Leser seien heute schon wgen des bald notwendigen Kalenderkaufs darauf hingewiesen. Wir werden bei Erscheinen noch ausführlicher darauf zurückkommen.

Verschiedenes

Die Emelka-Kulturfilm G. m. b. H. (im Emelka-Konzern), die vor einiger Zeit von der Münchner Lichtspielkunst A.G., der Neuen Kinematographischen Gesellschaft m. b. H. und der Moeve-Film G. m. b. H. in München gegründet wurde, ist zurzeit mit der Herstellung eines Films „Vom Wassertropfen zur Turbine" beschäftigt. Der Film führt in das Gebiet der weißen Kohle und soll dem allgemeinen Verständnis die Erscheinung, die wirtschaftliche Bedeutung dieser zeitgemäßen Energiequelle erschließen. Wir lassen uns die Projektierung der Kraftanlagen und ihre Einrichtung erklären und verfolgen dann die Entwicklung der Wasserkraftwerke vom primitivsten Wasserrad bis zur modernen Turbine, die Gewinnung des elektrischen Stroms und seine Verteilung auf die verschiedenen Wirtschaftsgebiete.

Die Außenaufnahmen für diesen Film sind im Hochgebirge bereits zum großen Teil erfolgt. Die Bearbeitung des Manuskripts und die Aufnahmeleitung liegt in den Händen von Direktor H. Weid, der sich, gestützt auf einen Stab wissenschaftlicher und technischer Mitarbeiter bemühen wird, dieses fesselnde Thema zu einer Höchstleistung auf dem Gebiete des Kulturfilms zu gestalten.

Geschäftliches

Bank für Technik, Aktiengesellschaft. Gründer: Bankhaus A. Molling, Berlin; Deutsche Schiffbau-A.-G., Berlin-Swinemünde; Sablatnig Flugzeugbau, Berlin; A. Molling &Co., Hannover; Dr. Ludw. Heynemann, Berlin. Sitz des Unternehmens: Berlin. Zweck: planmäßige Erzielung und Verwertung technischer und wissenschaftlicher Fortschritte. Gründungskapital: M. 1000 Milionen. Erster Aufsichtsrat: Iosef Molling; Oberstleutnant a. D. Siegert; Emil Schiff (zugleich ständiger Berater). Die Geschäfte werden während der Organisationszeit durch das Bankhaus A. Molling, Berlin, Bellevuestr. 5a, geführt.

PASSAUER GRANITWERKE
:: ROBERT :: BORNHOFEN
:: PASSAU :: NIEDERBAYERN
76/203 Anruf: Passau 132 Drahtanschrift: Granitborn.
liefern aus 10 neuzeitlich eingerichteten Werken:
Bruchsteine für den Wasserbau
Rollliersteine für den Wegebau
Gross- und Kleinpflastersteine
Schotter Grus Sand

SIEMENS-SCHUCKERT
Siemensstadt bei Berlin
Entwurf, Ausführung und Übernahme in Generalunternehmung des baulichen, mechanischen und elektrischen Teiles von
WASSERKRAFT-ANLAGEN
Grundwasserabsenkung, Torkretbau, Gußbeton, Tiefbauten jeder Art und Größe auf Grund langjähriger Erfahrungen
SIEMENS-BAUUNION
G. M. B. H. Kommanditgesellschaft
Berlin SW 11 Schönebergerstraße 3–4 Siemenshaus

Digitized by Google

Die Wasserkraft

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 21/22 **München, 15. November 1923** **18. Jahrgang**

Die Bewegung des Wassers in offenen Werkkanälen beim plötzlichen Abstellen der zu den Turbinen führenden Druckrohrleitung.

Von Baurat Dr. Ing. Wolf, Weimar.

Ein offener Werkkanal von beträchtlicher Länge endigt im Wasserschloß, an das sich die zu den Turbinen führende Druckrohrleitung mit großem Gefälle anschließt. Es tritt häufig der Fall ein, daß der Wasserzufluß am unteren Ende der Leitung, also im Kraftwerk selbst, innerhalb weniger Sekunden unterbrochen wird. In der folgenden Abhandlung ist die dadurch entstehende Veränderung der Bewegung des Wassers im Druckrohre und im Kanal rechnerisch näher erläutert.

Durch die plötzliche Unterbrechung des Wasserzuflusses entsteht eine Druckerhöhung, der sogenannte Wasserschlag, der die Rohrwandungen im starken Maße beansprucht; bei der Bemessung ihrer Wandstärke ist auf diesen Umstand besondere Rücksicht zu nehmen. Das in der Rohrleitung strömende Wasser besitzt je nach seiner Geschwindigkeit ein bestimmtes Arbeitsvermögen; beim Abstellen wird die Flüssigkeit erst in ihrer Bewegung verzögert und allmählich vollständig gehemmt. Die kinetische Energie des in dem Rohre fließenden Wassers wird in potentielle verwandelt, die sich in der Hebung der Spiegelfläche im Wasserschloß äußert, vermehrt um die während des Schließungsvorganges nicht mehr durch die Turbinen zum Abfluß gelangende Wassermenge.

Man kann 2 Vorgänge unterscheiden: Die im Wasserschloß lediglich durch die Vernichtung der Wasserströmung im Druckrohr entstehende Welle, die sich beim Beginn der Abstellung anhebt und nach Beendigung derselben ihre größte Höhe bei einer bestimmten Länge erreicht, überträgt den Antrieb den nächst benachbarten Wasserteilen, wandert, falls ein Ueberlauf die Wellenstufe nicht störend beeinflußt, mit einer gewissen Geschwindigkeit kanalaufwärts und setzt solange die fortschreitende Bewegung fort, bis die Reibungswiderstände die allmähliche Abnahme der Höhe und der Größe der Fortpflanzung dieser Einzelwelle und schließlich deren vollständige Vernichtung bewirken. Dieser Fall tritt um so beschleunigter ein, je größer die Strömung im Werkkanal, je unregelmäßiger und wechselnder die Beschaffenheit seines Profils und je rauher seine Wandungen sind.

Der Verlauf der wandernden Wellenstufe wird aber noch von einem anderen Vorgange entscheidend beeinflußt. Vorausgesetzt, daß der Zufluß zum Werkgraben innerhalb der in Betracht kommenden kurzen Zeitspanne nicht abgesperrt wird und der Ueberfall in der Nähe des Wasserschlosses beträchlich höher liegt, als der im Beharrungszustande befindliche Wasserspiegel, wird die dem Kanal zuströmende Menge am Ablauf verhindert, infolgedessen angesammelt und aufgestaut. Die Stauwirkung teilt sich naturgemäß vom Wasserschlosse aufwärts der ganzen Kanalstrecke mit, indem der ungeminderte Zufluß durch fortgesetztes Heben der Spiegelfläche andauernd neue Wasserspiegellagen schafft. Die Geschwindigkeit der die Einzelwelle unterströmenden Zuflußmenge wird allmählich vermindert und in Druck umgesetzt, der in dem Steigen des Kanalspiegels zu mAusdruck kommt. Auf diese Weise büßt der wandernde Wasserschwall fortwährend an Höhe ein, wird schrittweise von dem zunehmenden Stau eingeholt und schließlich wirkungslos gemacht.

Für die Praxis hat die zur Untersuchung gestellte Frage insofern Bedeutung, als die Höhenlage der Uferkronen des Kanals und des Ueberfalles sowie dessen Breite, ferner die Größe des Wasserschlosses von dem Verlauf der Wasserbewegung abhängig ist. Außerdem ist auch die Art und der Umfang der Böschungsbefestigung, die durch den Wellenschlag erhöhten Angriffen ausgesetzt ist, danach zu bemessen.

Durch die plötzliche Abstellung der Rohrleitung entsteht, wie eingangs erwähnt, im Vorbecken ein Schwall, der lediglich nur durch die Umwandlung der kinetischen in potentielle Energie des im Druckrohre strömenden Wassers hervorgerufen wird. Eine Vermehrung der im Wasserschlosse befindlichen Menge ist damit an und für sich nicht verbunden. Dieselbe wird erst bewirkt durch die während des Schließungsvorganges am Abfluß verhinderte Flüssigkeit. Die Bewegungsenergie der in der Leitung herrschenden Strömung ist bekanntlich:

$$m \cdot \frac{v_m^2}{2}$$

Ist f der Rohrquerschnitt, l die Rohrlänge, dann ist:

$$m \cdot \frac{v^2_m}{2} = \frac{f \cdot l \cdot \gamma}{g} \cdot \frac{v^3_m}{2}.$$

Bedeutet F die horizontale Fläche des Wasserschlosses und y_1 die Höhe des steigenden Spiegels in demselben, dann ist die geleistete Arbeit:

$$F \cdot \gamma \cdot y_1 \cdot \frac{y_1}{2} = F \cdot \gamma \cdot \frac{y_1^2}{2}.$$

Denkt man sich den Vorgang reibungslos, so erhält man unter Zugrundelegung der Zeiteinheit von 1 sec die folgende Gleichung:

$$F \cdot \gamma \cdot \frac{y^2_1}{2} = \frac{f \cdot l \cdot \gamma}{g} \cdot \frac{v^3_m}{2}; \quad y_1 = v_m \sqrt{\frac{f}{F} \cdot \frac{l}{g}} = v_m \cdot \sqrt{c} \cdot$$

Spielt sich die Bewegung jedoch innerhalb der Zeit t *sec* ab, dann ist: $I \cdot y_1 \cdot = \frac{v_m}{t} \cdot \sqrt{c}$, da y_1 im umgekehrten Verhältnis zu t stehen muß. Je kürzer die Schließungszeit t und je größer die Geschwindigkeit v_m, je kleiner die Fläche F des Vorbeckens und je größer die Rohrlänge l ist, desto größer die Hebung y_1 und umgekehrt. Dies ist ohne weiteres einleuchtend. Für $F = 30{,}0$ qm, $f = 1.50$ qm, $q = 4.5$ cbm/sec., $v_m = \frac{4{,}5}{1{,}5} = 3{,}0$ m/sec. $l = 100{,}0$ m, $t = 7$ sec ist $y_1 = 0{,}30$ m. Umfaßt die Abstellung des Druckrohres eine längere Zeitspanne und ist die Oberfläche F des Wasserschlosses nicht besonders groß, dann ist es nicht ausgeschlossen, daß der angrenzende Teil der Kanalfläche zur Vermehrung des in Rechnung gestellten Wertes F beiträgt, wodurch die Welle an Höhe verliert.

Für die weitere Berechnung wird ein rechteckiges, von Ufermauern eingefaßtes Kanalprofil von 4,0 m Breite, 1,0 m

Digitized by Google

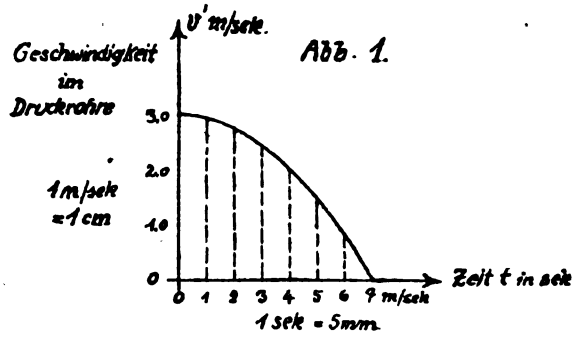


Abb. 1.

Tiefe, 1‰ Gefälle benutzt, das nach Bazin eine Menge von 4,50 cbm/sec bei 1,125 m/sec Geschwindigkeit abführt.

Den im Wasserschloß bewirkten Aufstau y_2 durch die während der Abstellungszeit t in ihrem Abfluß gehemmten Wassermenge erhält man aus folgender Ueberlegung: Nach Gleich. I ist: $y_1 = f(v_m, t)$. Es sei angenommen, daß die Anschwellung y_1 in der gleichen Zeiteinheit (1 sec) um das gleiche Maß zunimmt, daß also $y_1 = f(t)$ im linearen Verhältnis zu t steht. Dann ist:

$$\frac{y_1}{t} = \frac{0{,}30}{7} = 0{,}043 = a.$$

$$\text{II} \cdot y_1 = a\,t = 0{,}043\,t.$$

In gleicher Weise könnte man das Gesetz, das als lineares eine Gerade im rechtwinkligen Achsenkreuz darstellt, als quadratische Parabel $y_1 = a\,t^2$ formulieren. Die Beziehung zwischen y_1 und t und im weiteren Sinne zwischen v und t richtet sich lediglich nach der Art des Schließungsvorganges. Bei der Kürze der in Frage kommenden Zeit t ist der Einfachheit halber das lineare Gesetz zugrunde gelegt.

Aus den Gleichungen I und II ergibt sich:

$$\text{III} \cdot v = \frac{a}{\sqrt{c}} \cdot t^2 = \frac{0{,}043}{\sqrt{0{,}5}} \cdot t^2 = 0{,}061\,t^2 = b\,t^2.$$

Diese Formel ist so zu verstehen, daß nach Ablauf der Abstellungszeit t die vor dem Beginn derselben im Rohre herrschende größte Strömung v_m durch das Ansteigen y_1 des Spiegels im Wasserschloß ausgedrückt wird; denn für $t = v$ ist $v = 0$, für $t = 7$ sec ist $v = 3{,}0$ m/sec. Die analytische Beziehung zwischen der jeweiligen Geschwindigkeit v' in der Leitung und der Zeit t folgt aus der Tatsache, daß der Unterschied aus der größten Strömung im Druckrohre v_m (3,0) und der in Steighöhe y_1 im Wasserschloß umgesetzten Geschwindigkeit $v = b\,t^2$ (Gl. III) nichts anderes ist als die nach Ablauf einer gewissen Zeitspanne t in der Rohrleitung verbleibenden Fließgeschwindigkeit v'. Es ist also: $v' = v_m - v = v_m - b\,t^2$.

$$\text{IV} \cdot v' = 3{,}0 - 0{,}061\,t^2.$$

Zu Beginn des Abschlusses für $t = 0$ ist $v' = 3{,}0$ m/sec, am Ende desselben für $t = 7$ sec ist $v' = 0$. Nach $t = 4$ sec ist nach Gl. III $v' = 1{,}0$ m/sec, nach Gl. II und I ist $y_1 = 0{,}172$ m; somit herrscht Uebereinstimmung. In Abb. 1 ist die Kurve der Gl. IV im rechtwinkligen Achsenkreuz (v', t) dargestellt.

Nunmehr läßt sich die während des Schließungsvorganges in der Zeit t im Wasserschlosse sich ansammelnde Wassermenge Q, die von 0 auf 4,5 cbm/sec (im vorliegenden Falle jedoch nicht im linearen Verhältnis) zunimmt, aus der folgenden Bedingung feststellen: In dem unendlich kleinen Zeitteilchen dt ist: $dQ = q_z \cdot dt - q_a \cdot dt =$ Zufluß q_z im Kanal- Abfluß q_a in den Turbinen.

$$\text{V.}\quad Q = \int_0^t q_z\,dt - \int_0^t f \cdot v'\,dt = q_z \cdot t - f \int_0^t (v_m - b\,t^2)\,dt$$

$$Q = q_z \cdot t - f\left(v_m \cdot t - \frac{b\,t^3}{3}\right)_0^t. \quad \text{Für } q_z = 4{,}5 \text{ cbm/sec}, t = 7 \text{ sec}.$$

$v_m = 3{,}0$ m/sec, $b = 0{,}061$ ist $Q = 10{,}29$ cbm.

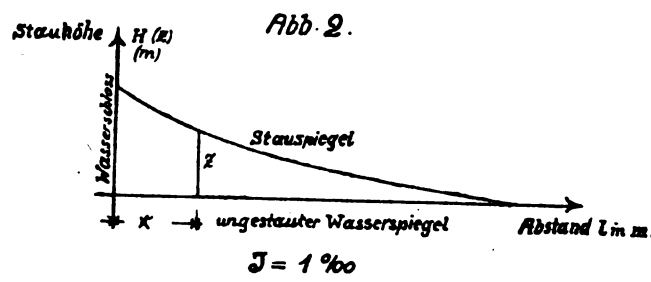


Abb. 2.

$J = 1\,‰$

Die Wassermenge von 10,29 cbm ruft im Wasserschloß einen Aufstau hervor, der nach Abstellung der Leitung ($t = 7$ sec) im vorliegenden Falle allerdings nur $y_2 = 2$ cm beträgt (vergl. Abb. 3) und infolgedessen vernachlässigt werden kann; anschließend daran entsteht im Werkkanal ein Stauspiegel, der durch weitere Aufspeicherung der normalen Zuflußmenge immer mehr an Ausdehnung gewinnt. Je länger die Abstellzeit t des Druckrohres andauert, desto kleiner wird die Schwallhöhe y_1 (Gl. I), entstanden durch Vernichtung der Leitungsgeschwindigkeit, desto größer jedoch wird der Anstau y_2 (Gl. V) im Vorbecken, hervorgerufen durch Zurückhaltung der während der Zeit t nicht abgeströmten Wassermenge.

Nachdem die Wellenhöhe y_1 und der Aufstau y_2 im Wasserschlosse ermittelt sind, handelt es sich darum, den Verlauf des Wasserschwalles und die Stauwirkung der im Kanal sich ansammelnden Zuflußmenge zu untersuchen und die beiden Vorgänge miteinander in Beziehung zu bringen:

Die Einzelwelle y_1 wandert mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit VI. $v = \sqrt{g \cdot e} - c$, worin e die angestaute Wassertiefe, c die Fließgeschwindigkeit im Werkgraben bedeutet, kanalaufwärts. Im vorliegenden Falle ist:

$$v = \sqrt{g \cdot 1{,}0} - 1{,}125 \quad v = \sim 2{,}0 \text{ m/sec}$$

. Diese Zahl ist als Mittelwert aufzufassen. Unter Berücksichtigung der Höhe des Schwalles y_1 und der infolge der Wirkung des Aufstaues andauernd zunehmenden Wassertiefe e sowie der dadurch bedingten Abnahme von c erscheint v theoretsich allmählich größer wie oben; in Wirklichkeit aber werden die Luft- sowie die Reibungswiderstände der Flüssigkeit in sich und an den Wandungen die Fortschreitung der Welle hemmend beeinflussen, sodaß man ohne nennenswerten Fehler $v = 2{,}0$ m/sec als mittleren Wert dem ganzen Bewegungsvorgang zugrunde legen kann.

Die Menge des über dem ungestauten Spiegel im Kanal sich ansammelnden Stauwassers, herrührend von dem gleichmäßig ankommenden Zufluß, der die Höhe der wandernden Wellenstufe mit der Zeit immer mehr beeinträchtigt, ermittelt man entweder graphisch, indem man für die verschiedenen Aufstauhöhen H im Wasserschlosse die zugehörigen Staukurven aufzeichnet, die Flächen zwischen diesen und dem ungestauten Spiegel planimetriert und unter Berücksichtigung der Kanalbreite b die Wassermengen berechnet, oder man wendet das folgende, rechnerische Verfahren an:

Nach Rühlmann ist allgemein: $\text{VII} \cdot x = \frac{e}{J} \cdot \left[f\left(\frac{H}{e}\right) - f\left(\frac{z}{e}\right)\right]$.

Der Längenschnitt des normalen Wasserspiegels im Kanal sei die X-Achse; annähernd senkrecht dazu kann man genügend scharf die Stauhöhen z annehmen (Abb. 2).

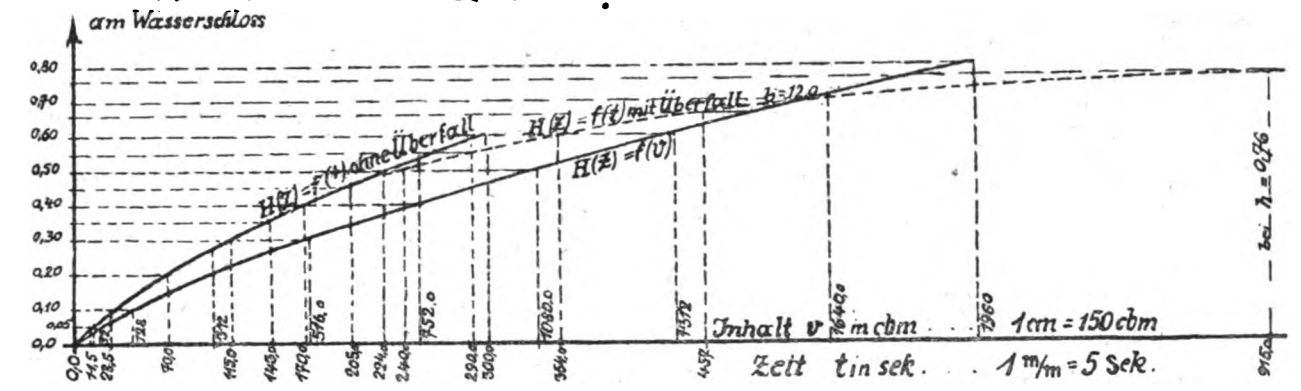
Der fragliche Inhalt V ist dann: $\text{VIII} \cdot V = b \cdot \int_0^z x\,dz$:

$$V = \frac{b \cdot e}{J} \int_0^z \left[f\left(\frac{H}{e}\right) - f\left(\frac{z}{e}\right)\right] \cdot dz.$$

Da sich der Funktionsausdruck nicht integrieren läßt, so muß man zu den Funktionen $f\left(\frac{z}{e}\right)$ die zugehörigen Funktionswerte z aufsuchen. Für $e = 1{,}0$ m (Kanaltiefe) erhält

Digitized by Google

Abb. 3.



man aus den Rühlmannschen Tabellen die folgenden Zahlen:

$f(z)$	z
0,00	0,00
0,57	0,05
0,84	0,10
1,14	0,20
1,34	0,30
1,51	0,40
1,66	0,50
1,80	0,60

Trägt man die nebenstehenden Werte $f(z)$ und z im rechtwinkligen Achsenkreuz auf, so lautet die innerhalb der Grenzen $z = 0{,}0$ bis 0,60 m durch Ausgleichung gefundene analytische Beziehung der Kurve: IX. $f(z) = (11{,}2\,z + 22{,}7\,z^2 - 241\,z^3 - 2660\,z^4)_{z=0}^{z=0{,}60}$ oder, wenn man das Schaubild in 2 Teile zerlegt, was vielleicht einfacher ist:

X. $f(z) = (14.4\,z - 60\,z^2)_{z=0{,}0}^{z=1{,}10}$

XI. $f(z) = (0{,}53 + 3{,}27\,z - 1{,}93\,z^2)_{z=0{,}10}^{z=0{,}60}$

Die angesammelte Menge ergibt sich dann aus der Gleichung:

$$\text{XII. } V = \frac{b\,e}{J} \cdot \left[\int_{z=0}^{z=0{,}10} \left(f\left(\frac{H}{e}\right) - (14{,}4\,z - 60\,z^2) \right) dz + \int_{z=0{,}10}^{z \leqq 0{,}60} \left(f\left(\frac{H}{e}\right) - (0{,}53 + 3{,}27\,z - 1{,}93\,z^2) \right) dz \right]$$

$c = f\left(\frac{IJ}{e}\right)$ ist eine Konstante; für die Aufstauhöhe H im Wasserschlosse setzt man beliebige Werte, in diesem Falle von 0,0 bis 0,60 m ein. Die obige Gleichung integriert, ergibt:

$$\text{XII. } V = \frac{b \cdot e}{J} \left[\left(C\,z - \left(\frac{14{,}4\,z^2}{2} - \frac{60}{3} z^3 \right) \right)_{z=0}^{z=0{,}10} + \left(C\,z - \left(0{,}53\,z + \frac{3{,}27}{2} z^2 - \frac{1{,}93}{3} z^3 \right) \right)_{z=0{,}10}^{z \leqq 0{,}60} \right]$$

Unter Benutzung dieser Gleichung erhält man die Stauinhalte V und aus der weiteren Beziehung: $T_{sec} = \frac{V_{cbm}}{q_z\ cbm/sec}$ kann man die für jeden beliebigen Aufstau H erforderliche Zeit T sec, deren Zählung mit Abschluß der Druckrohrleitung (nach t sec) beginnt, ermitteln, wie das in der nebenstehenden Tabelle und in Abb. 3 geschehen ist.

H(m)	V(cbm)	T(sec)
0,00	0,00	0,00
0,05	52,0	11,50
0,10	128,0	28,50
0.20	312,0	70,00
0,30	516,0	115,00
0,40	752.0	170,00
0,50	1008.0	224,00
0,60	1312,0	300,00

Nunmehr läßt sich der unmittelbare Einfluß der Zunahme des Wasserspiegels auf die Höhe der Wanderwelle unter Berücksichtigung des jeweiligen Standortes derselben feststellen. Z. B. für die Stauhöhe $H = 0{,}20$ m im Wasserschlosse, die nach Ablauf von $T = 70$ sec (s. nebenst. Tab.) erreicht wird, befindet sich der mit $v = 2{,}0$ m/sec fortschreitende Wasserschwall in der Entfernung von: $v.\ T = 2{,}0 \,.\, 70{,}0 = 140{,}0$ m vom Ausgangspunkt. Den Aufstau z daselbst über dem ungestauten Spiegel findet man aus der Gleichung:

$$f\left(\frac{z}{e}\right) = f\left(\frac{H}{e}\right) - \frac{I}{e} \cdot x;\ e = 1{,}0\text{m}: f(z) = f(0{,}20) - 0{,}001 \cdot 140;$$

$z = 0{,}15$ m.

Da die wandernde Wellenstufe unter der Annahme der reibungslosen Bewegung parallel zum ungestauten Wasserspiegel verläuft, also sich stets in ihrer ursprünglichen Höhe von $y_1 = 0{,}30$ m über demselben erhebt, so überragt der Schwall im Abstande $x = 140{,}0$ m vom Wasserschlosse noch um $h' = y_1 - z = 0{,}30 - 0{,}15 = 0{,}15$ m den Stauspiegel

Entfernung v. Wasserschloss x (m)	Zeit T(sec)	Wellenhöhe h'(m)
0,0	0,0	0,30
23,0	12,5	0,26
57,0	28,5	0,22
140,0	70,0	0,15
230,0	115,0	0,12
340,0	170,0	0,09
448,0	224,0	0,07
600,0	300,0	0,06

In der gleichen Weise ergeben sich in den verschiedenen Zeiten T und für die dazu gehörigen Kanalstellen die Wellenhöhen h', die in der nebenstehenden Tabelle berechnet und in Abb. 4 anschaulich dargestellt sind.

Daraus erkennt man, daß der Schwall mit der Zunahme des Weges x, der Zeit T und des Aufstaues H fortwährend an Höhe einbüßt, sodaß in der Entfernung $x = 600{,}0$ m vom Wasserschlosse nach Ablauf von $T = 300$ sec. die Welle nur noch 6 cm über dem Wasserspiegel ansteigt, was praktisch bedeutungslos ist. Da sich der ganze Vorgang nicht reibungslos vollzieht, wird der Schwall bereits nach 300 sec vernichtet sein.

Anders jedoch wickelt sich die ganze Wasserbewegung ab, wenn ein in der Nähe des Wasserschlosses befindlicher Ueberfall schon nach einem kleineren Anstau in Tätigkeit tritt. Im vorliegenden Falle sei angenommen, daß die Ueberlaufkrone gerade im Scheitel der Einzelwelle, also um $y_1 = 0{,}30$ m über dem Normalwasserstand liegt. Das zuströmende Wasser staut sich erst bis zu dieser Höhe y_1 an und beginnt dann überzufließen, die Strahldicken wachsen allmählich an, bis der Beharrungszustand erreicht ist, d. h., bis die Zufluß- der Ueberlaufmenge entspricht: $q_z = q_a$. Die Einbuße der wandernden Wellenstufe an Höhe ist hier theoretisch geringer als im oben behandelten Falle.

In dem unendlich kleinen Zeitteilchen $d\,t$ lautet nach dem Beginne der Tätigkeit des Ueberfalles, $z > 0{,}30$ m die Bedingungsgleichung: XIII. $(q_z \cdot d\,t = d\,V + q_a) \cdot \delta\,t$ und ausgedehnt auf die Zeit $(t_2 - t_1)$ und die Stauhöhe $(z_2 - z_1)$:

$$\int_{t_1}^{t_2} q_z \cdot d\,t = \int_{z_1}^{z_2} d\,V + \int_{z_1,\,t_1}^{z_2,\,t_2} q_a \cdot d\,t \cdot$$

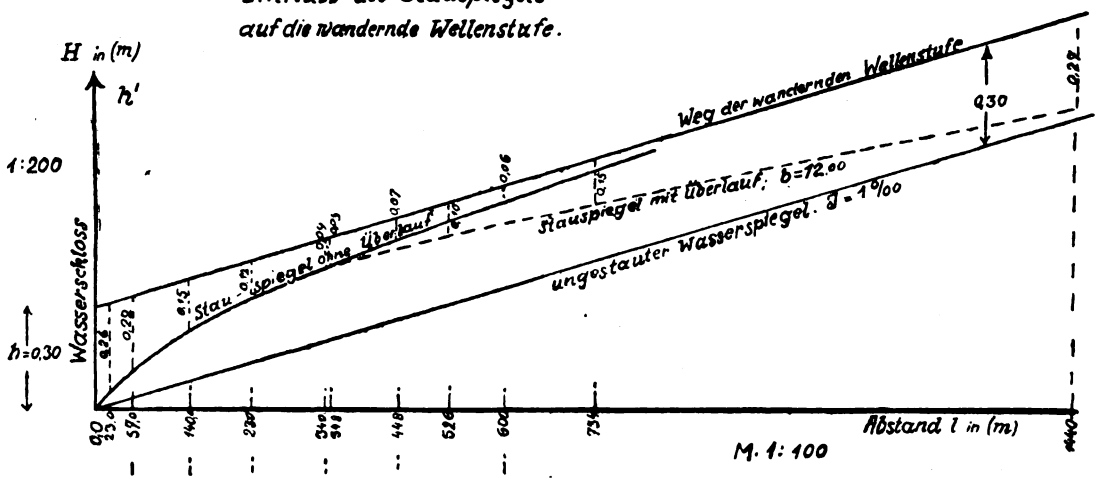
$$\text{XIII. } q_z\,(t_2 - t_1) = (V)_{z_1}^{z_2} + (q_a)_{z_1}^{z_2} \cdot (t_2 - t_1).$$

Der Inhalt des Stauwassers ist: $V = b \int_{z_1}^{z_2} x \cdot d\,z$ (Gl. VIII.)

Digitized by Google

Abb. 4.

Einfluss des Stauspiegels auf die wandernde Wellenstufe.



$$V = \frac{b \cdot e}{J} \int_{z_1}^{z_2} \left(f\left(\frac{H}{e}\right) - f\left(\frac{z}{e}\right) \right) dz.$$ Da $z > 0{,}10$, so ist:

$$V = \frac{b \cdot e}{J} \cdot \int_{z_1}^{z_2} \left(f\left(\frac{H}{e}\right) - (0{,}53 + 3{,}27\, z - 1{,}93\, z^2) \right) dz = \frac{b \cdot e}{J} \cdot \left(c \cdot z - (0{,}53\, z + \frac{3{,}27}{2} z^2 - \frac{1{,}93}{3} \cdot z^3 \right)_{z_1}^{z_2}$$

Die über den Ueberfall abfließende Wassermenge ist:

$$\text{XIV.}\quad q_a = \frac{2}{3} \mu B \cdot z \sqrt{2 g z};\ B = 12{,}0 \text{ m}.$$

Diese Werte in Gl. XIII eingesetzt, ergibt:

$$\text{XV} \cdot q_z (t_2 - t_1) = \frac{b \cdot e}{J} \left(c \cdot z - \left(0{,}53\, z + \frac{3{,}27}{2} z^2 - \frac{1{,}93}{3} z^3 \right) \right)_{z_1}^{z_2} + \underbrace{\frac{2}{3} \frac{\mu B \sqrt{2g}}{2}}_{r} \cdot \left(z_1^{\frac{3}{2}} + z_2^{\frac{3}{2}} \right) (t_2 - t_1)$$

Hieraus die Zeit:

$$\text{XV.}\quad t_2 - t_1 = \frac{(V)_{z_1}^{z_2}}{q_z - r \cdot \left(z_1^{\frac{3}{2}} + z_2^{\frac{3}{2}} \right)} - t.$$

Unter Benutzung dieser Gleichung kann man die Zeit t berechnen, die zur Erreichung der verschiedenen Stauhöhen z erforderlich ist. Bis zum Anstau $z = 0{,}30$ m ist der Verlauf der Wasserbewegung wie oben; von da tritt der Ueberlauf mit $B = 12{,}0$ m Breite in Tätigkeit, demzufolge sich die in der nebenstehenden Tabelle berechneten und in Abb. 4 dargestellten Werte ergeben. Von $z = 0{,}30$ m erfährt der neue Stauspiegel in einer Entfernung von $l = 230{,}0$ m vom Wasserschloß an entsprechende Abweichungen gegenüber dem eingangs behandelten Falle, die unter Verwendung der Gleichung

$$f\left(\frac{z}{e}\right) = f\left(\frac{H}{e}\right) - \frac{J}{e}\left(l + x\right)$$

berechnet und in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

Stauhöhe H (z) (m)	Zeit t (sec)
0,30	115
0,35	143
0,40	170
0,45	203
0,50	240
0,55	290
0,60	354
0,66	457
0,76	915

Entf. vom Wasserschlosse $(l + x)$ (m)	Zeit t (sec) von $z = 0{,}30$ m an gerechnet	Aufstau am Wasserschloß H (m)	Stauhöhen z (m) in Entf. $(l + x)$	Erhebung der Welle über dem Stauspiegel h' (m)
348,0	54,0	0,40	0,21	0,09
526,0	148,0	0,50	0,20	0,10
734,0	252,0	0,55	0,15	0,15
1440,0	605,0	0,60	0,03	0,27

Wie aus Abb. 4 ersichtlich ist, überragt beim Aufstau $H = 0{,}30$ m im Abstande von 230,0 m vom Wasserschlosse die Welle um 12 cm den Stauspiegel, nimmt von da für $H = 0{,}40$ m in der Entfernung 340,0 m auf 9 cm ab, um dann theoretsich wiederum allmählich auf ihre ursprüngliche Höhe 0,30 m anzuwachsen, bis die angespannte Wasserfläche sich in 1800 m Entfernung assymptotisch dem ungestauten Wasserspiegel bei $H = 0{,}60$ m angeschlossen hat. In diesem Momente ist der Beharrungszustand eingetreten, d. h. die Zuflußmenge entspricht gerade der über den Ueberfall strömenden Abflußmenge: $q_z = q_a = 4{,}50$ cbm sec. In Wirklichkeit ist es jedoch infolge der zunehmenden Reibungsverluste ausgeschlossen, daß die Wellenstufe sich nochmals von 9 auf 30 cm anhebt; vielmehr ist anzunehmen, daß sie sich von ihrer kleinsten Höhe 9 cm an parallel zu dem neuen Stauspiegel (gestrichelt) einstellt und allmählich durch die auftretenden Widerstände schon vor Eintritt des Beharrungszustandes bei $H = 0{,}60$ m vernichtet wird.

Diese Darlegungen beweisen, daß der Wasserschwall früher aufgehoben wird, wenn der Anstau des Wasserspiegels ohne den störenden Einfluß des Ueberfalles sich völlig auswirken kann. Beim Vorhandensein einer Entlastung, die schon bei kleinerer Stauhöhe in Wirksamkeit tritt, wird die Wellenbewegung von längerer Dauer sein, wenn auch der Stauspiegel nicht die Höhe erreichen wird wie zuvor.

In dem untersuchten Falle ist die Wellenhöhe verhältnismäßig gering; für die allgemeine Behandlung der Frage spielt dieser Umstand jedoch keine Rolle, da es hier auf deren prinzipielle Bedeutung ankommt. Es können Fälle eintreten, wo die Wellen bei plötzlicher Vernichtung von starken Strömungen in den Druckrohren hohe Ausschläge verursachen, z. B. für $v = 4{,}0$ m/sec und $t = 2$ sec ist unter Zugrundelegung der obigen Verhältnisse die Schwallhöhe im Wasserschlosse theoretisch 1,40 m und bei $t = 4$ sec immer noch 0,70 m. Daß derartige Wasserbewegungen die Höhenlage der Uferkronen des Werkkanals und des Ueberfalls sowie dessen Breite, dann die Anlage des Vorbeckens, ferner den Umfang und die Stärke der Böschungsbefestigung maßgebend beeinflussen, braucht nicht besonders betont zu werden. Bei großer Tiefe des Kanals, bei genügender Höhe und Stärke der Welle wird diese eine erhebliche Fortpflan-

Digitized by Google

zungsgeschwindigkeit entwickeln, schließlich das nächst oberhalb gelegene Kraftwerk erreichen und durch Aufwirbelungen des Wassers im Untergraben störend auf den ruhigen Gang der Turbinen einwirken. Der daselbst abgeprallte Wasserschwall wird wiederum kanalabwärts vergrößert und mit vermehrter Geschwindigkeit

$$v_1' = \sqrt{g \cdot e} + c \quad .$$

wandern und aufs neue die Böschungen angreifen.

Es wird sich daher empfehlen, bei Neuanlagen der Größe und dem Umfang der Wellenbewegung erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

Zur Statistik der Wasserkraftanlagen

Von Zivilingenieur Dr. Jos. Ornig, Graz.

Von Rümelin stammt der Vorschlag, über Wasserkraftanlagen statistisches Material zu sammeln; leider wurde über die Durchführung dieser Idee nichts mehr verlautbart.[1]) Der folgende Aufsatz soll der Versuch einer Wiederbelebung sein und zugleich für die Art der Sammelkarten einen weitergehenden Vorschlag bringen.

Ohne auf den eigentlichen Zweck der Sache, der ja in der Wasserkraft München, Jg. 1920, Heft 16, ausführlich behandelt ist, näher einzugehen, soll nur darauf hingewiesen werden, welch großer Wert derartigen Sammlungen auch für den einzelnen zukommt, selbst dann, wenn die Durchführung einer allgemeinen, planmäßigen Statistik noch auf sich warten läßt. Jeder, der Wasserkraftanlagen im Bau und Betrieb besichtigt und die einschlägige Literatur verfolgt, hat das Bedürfnis, charakteristische Daten in möglichst knapper, übersichtlicher Form festzuhalten. Auch in technischen Zeitschriften könnten Berichte über Bauausführungen und Projekte bei Benützung solcher Typenblätter an Kürze, Uebersicht, Gründlichkeit und Reichhaltigkeit gewinnen.[2])

Bei der praktischen Verwendung der Sammelblätter nach Rümelin ergeben sich manche Nachteile; der Raum zum Ausfüllen ist zu knapp bemessen, gerade die Festlegung der Einzelheiten, die das Wesentliche an der Sache sind, ist innerhalb der vorgesehenen Fächer kaum möglich. Die Unterscheidung von drei verschiedenen Blättern (für Sperren-, Kanal- und Rohrleitungswerke) scheint in vielen Fällen willkürlich. Gerade bei modernen Kraftanlagen treten die mannigfaltigsten Uebergänge auf, sodaß man oft im Unklaren ist, welches Blatt im bestimmten Fall gewählt werden soll. Die Unterscheidung hat weiters den Nachteil, daß man von dem einen Fragebogen bald zu viel, von dem anderen zu wenig im Vorrat hat.

Der neue Vorschlag sucht diese Nachteile unter Berücksichtigung nachfolgender Gesichtspunkte zu vermeiden:

Beschreibung des Merkblattes

I. Allgemeines.

1. Es wurde ein einheitliches Blatt für alle Anlagen gewählt und eine Unterteilung nur in den einzelnen Spalten vorgenommen. Auf diese Weise können Uebergänge und Kombinationen viel leichter berücksichtigt werden. Es kann z. B. ein Werk Sperrenwerk sein und nebenbei eine Zuleitung mit Wehr und Kanalführung haben, die Zuführung kann wieder als Stollen und als offener Kanal erfolgen usw., was sich bei dem neuen Vordruck zwanglos einfügen läßt; im Einzelfall wird nur die passende Spalte ausgefüllt.

2. Der verfügbare Raum ist vergrößert worden, für das eigentliche Frageprogramm sind zwei Seiten im Normalaktenformat (21/34) vorgesehen; dadurch wurde eine bedeutende Vermehrung der Fragepunkte möglich. Gerade dies soll auf viele Einzelheiten aufmerksam machen und beim Nachschlagen den Vorteil eines raschen Auffindens geben, sodaß man nur an einer bestimmten Stelle nachzusehen braucht.

3. Das Programm wurde auf Baueinrichtungen und Betriebserfahrungen ausgedehnt.

4. Auf die Ableitung normenähnlicher Vergleichsziffern, die für Projektierung und Konstruktion gleich wertvoll sind, wurde besondere Rücksicht genommen.

5. In den einzelnen Fächern sind wiederholt tabellarische Anordnungen angewandt, weil diese besonders raumsparend und übersichtlich sind, und die Behandlung verschiedener Ausführungen derselben Art zulassen.

6. Ist bei einer Anlage ein Bauteil besonders interessant und reicht der in der betreffenden Rubrik zur Verfügung stehende Raum nicht aus, so benützt man zur Ergänzung die beigegebene dritte Seite[3]) unter Bezugnahme auf die betreffende Rubrik der ersten zwei Seiten. Hier können auch Zeichnungen über Baudetails usw. eingefügt werden. Die dritte Seite ist vorteilhaft mit einem quadrierten Raster von 5 mm Abstand zu versehen.

Die Ausdehnung auf drei zusammenfaltbare Blätter hat auch den Vorteil, daß man für jede Anlage gleichsam einen Umschlag hat, in dem weitere Zeichnungen, Lichtbilder und Ergänzungsblätter über die betreffende Anlage eingelegt werden können.

7. Der Vordruck ist möglichst klein geschrieben, um toten Raum zu vermeiden. Wenn auch mit der Abkürzung im einzelnen noch weiter gegangen werden könnte, so wurde in diesem für die Veröffentlichung bestimmten Blatte davon abgesehen, um erklärende Anmerkungen, die wieder den Nutzraum verringern würden, zu vermeiden und nach Möglichkeit durch den Text unmittelbar verständlich zu sein.

8. Die Vervielfältigung geschieht vorteilhaft auf lithograpischem Wege, weil hiebei der Vortext nur wenig Raum in Anspruch nimmt.

Der Abzug soll nicht mit schwarzer, sondern z. B. mit grüner Farbe vorgenommen werden, weil sich dadurch der Vortext von den Eintragungen besser unterscheidet und hiebei auch die Möglichkeit besteht, einzelne Fragepunkte, die gerade keine Bedeutung haben, stark zu überschreiben und für andere Zwecke zu verwenden. Auf diese Weise kann auch der Raum leerstehender Rubriken mitverwendet werden: wenn eine Anlage z. B. ein Wehr und keine Sperre, oder aber einen offenen Kanal, aber keinen Stollen hat, und umgekehrt, so kann das nebenstehende, sonst leer bleibende Fach zu Detailskizzen, Profilzeichnungen und ergänzenden Bemerkungen benützt werden.

9. Auf das Deckblatt (auf der Vorderseite von Seite 1) kommt eine Uebersicht über die Elemente der Anlage (Wassermenge, Gefälle, Leistung) etwa in der Art der Kopfleiste von Seite 1; weiters die „Werkart und -größe" nach Vorschlag Rümelin (Kombinationen von A—F und I—V),[4]) schließlich Name und Registraturnummer.

Nach Rümelin bedeutet:

a) Grössenklasse	Bezeichnung		Mittelleistung	nutzb. Jahresarbeit
A	Großwasserkraftanlagen	1 Ordg.	über 20000 kW	über 175 Mill. kWh
B		2 „	5000—20000 „	43,5—175 „ „
C	Mittelwasserkraftanlagen	1 „	2000— 5000 „	17,5—43,5 „ „
D		2 „	200— 2000 „	1,75—17.5 „ „
E	Kleinwasserkraftanlagen	1 „	20 — 200 „	0,175—1,75 „ „
F		2 „	unter 20 „	unter 0,175 „ „

[1]) Der Aufsatz war Mitte 1922 bereits abgeschlossen. Seither wurde über Schweizer Kraftwerke durch den „Führer durch die schweizerische Wasserwirtschaft" wertvolles Material in ähnlicher Art veröffentlicht.

[2]) An Hand des vorgeschlagenen Merkblattes wird man erkennen, auf wie viele, für die Beurteilung in technischer, baulicher und wirtschaftlicher Beziehung entscheidende Fragen selbst ausführliche Besprechungen keinen Aufschluß geben.

[3]) Im Merkblatt raumhalber weggelassen.

[4]) S. Wasserkraft 1920, S, 143.

Digitized by Google

b) Kraftwerk-system	$\frac{Q}{h}$	Turbinenart	Bezeichnung
I	30	Übersetzung nötig	Niederdruckanlage
II	5—30	Schacht-	„
III	um 1	Kessel (Frontal) vertik. Einradspirale	„ (Mitteldruck)
IV	um 0.01	Francis Spiral-	Hochdruckanlage
V	um 0.001 u. weniger	Freistrahlturbine	„

10. Die Einteilung wurde inhaltlich so zusammengefaßt, daß Seite 1 die allgemeinen, rechtlichen und wirtschaftlichen, die Bau- und Betriebsverhältnisse behandelt, während Seite *2* für technische Einzelheiten bestimmt ist.

11. Das Sachverzeichnis (Index) wird am besten nach zwei Gesichtspunkten angelegt:

a) länderweise unter alphabetischer Ordnung der Kraftwerke,

b) nach der Werkart (s. Pkt. 9).

II. Einzelnes.

Zu den einzelnen Fächern des Merkblattes wäre folgendes zu bemerken, wobei die Erklärung auf die wichtigsten Abkürzungen beschränkt wird.

Kopfleiste: Neben dem Namen der Kraftanlage ist Raum für eine kleine Skizze der Gesamtanordnung (z. B. schematischer Längenschnitt). In der Tabelle kann untereinander ein schrittweiser Ausbau, sowie ein Mehrstufenbau berücksichtigt werden.

Zu 1. Allgemeines: „Flußlänge" bezieht sich nur auf den durch die gegenständliche Anlage ausgenützten Teil. $\frac{l}{h}$ gibt die auf 1 m Rohgefälle entfallende Länge der Wasserfassung und charakterisiert den „Gefällsgewinn"; man könnte umgekehrt auch das durch 1 km Trassenlänge erzielte Rohgefälle $\frac{h}{l}$ angeben.

Unter „Beschreibung": Angaben über Trassenführung und Gesamtanordnung.

Zu 2. Hydrologisches: Die Tabelle ermöglicht die Einzelbehandlung mehrerer Flußgebiete (Nebenbäche, seitliche Speicher) untereinander.

Unter „Speicher" bedeutet I den Speicherinhalt, $\frac{I}{JA}$ den Anteil des Speicherinhaltes gegenüber dem Jahresabfluß; der Arbeitswert in 10^6 kWh gilt für die einmalige Abarbeitung des Gesamtnutzinhaltes auf der Gefällsstrecke $= 0{,}002 \cdot I \cdot h.$).[5])

Weiters ist noch Raum für geologische Angaben, für Geschiebe- und Eisverhältnisse.

Zu 3. Die obere Tabelle enthält charakteristische Abflußmengen, Wasserspenden und die Ueberschreitungsdauer.

Es bedeutet:

NN **katastroph.,** *N* **jährlich wiederkehrendes Niederwasser**

Q_{wi} **mittlere Winterwassermenge in den 5 Monaten**

$$\text{November—März}\left(= \frac{\text{Winterabfluß}}{13{,}1 \times 10^{6}\text{''}.}\right)$$

Q_{so} **mittlere Sommerwassermenge in den 7 Monaten**

$$\text{April} - \text{Oktober}\left(= \frac{\text{Sommerabfluß}}{18{,}4 \times 10^{6}\text{''}.}\right)$$

JM **mittlere Jahreswassermenge** $= \left(\frac{\text{Jahresabfluß}}{31{,}5 \times 10^{6}\text{''}}\right)$.

Sodann folgen Angaben über die 9, 6 monatliche Wassermenge usw., schließlich bedeutet *H* jährliches, *HH* katastrophales Hochwasser.

Im unteren Raster is tsowohl die Wassermengendauerlinie als auch die Jahresganglinie (monatliche Verteilung des Abflusses) einzutragen. Die Buchstaben bedeuten die Monate des Jahres: *N* = November, *D* = Dezember usw.

Zu 4. Leistungen, Ausbau. Oben Ausbaugrößen (m^3/s) der Wasserfortleitung und Installation, Jahresnutzmittel: $Q_m = \frac{A_j}{h \cdot 63000}$ (A_j = Jahresarbeit in 10^6 kWh).

Sodann Nutzbarkeiten nach Camerer:

Flußnutzbarkeit: $f = \frac{\int Q_{dt}}{\int Q_{fdt}} = \frac{Q_m}{JM}$ **als Verhältnis der tatsächlichen Werksnutzung gegenüber der Rohenergie des Flußes.**

Werksnutzbarkeit $w = \frac{\int Q_{dt}}{365 \cdot Q_{max}} = \frac{Q_m}{Q_{max}}$. **als Nutzungsmaß des Werksausbaues.**

Ausbaugrößen für Hochdruckanlagen[6])

Jahresausbau $Q_j = \frac{1}{W} = \frac{Q_{max}}{Q_m}$ **als Verhältnis der Höchstentnahme gegenüber dem Jahresmittel.**

Winterausbau $Q_w = \frac{Q_{max}}{Q_{wi}}$ **als Verhältnis der Höchstentnahme gegenüber dem Wintermittel einschließlich der Speicherung.**

Es folgen die in der Elektrotechnik gebräuchlichen Begriffe:

für das Verbrauchsnetz: Anschlußwert (kW), Jahresverbrauch (kWh, bezw. kW mittel);

für das Kraftwerk: Jahreserzeugung (kWh bezw. kW mittel) und Spitze = Maximalinstallation (kW); zwischen Erzeugung und Verbrauch liegen die Verluste durch Fortleitung und Transformation.

Bei der Jahreserzeugung wird unterschieden:

„theoretisch" (wie bei kalorischen Anlagen) mit Rücksicht auf die Maschineninstallation (63 000 $Q_{max} \cdot h$)

„erzeugbar" mit Rücksicht auf die Wasserführung (63 000 *JM . h),*

„verkäufilch" mit Rücksicht auf die Abnahmeverhältnisse und nch Abzug aller Verluste (63 000 × Q_m × *h*)

Die Berechnung der übrigen Vergleichswerte: Benützungs-, Belastungsdauer, Gleichzeitigkeitsziffer, Ausnützung erfolgt nach den eingeklammerten Zahlenangaben. Die Benützungsdauer kann statt auf die Höchstbelastung auch auf den Anschlußwert bezogen werden.

Zu 5. Wirtschaftliches: Die Bauzeit kann getrennt für die einzelnen Bauteile, z. B. Wehr, Stollen und für die ganze Anlage angeführt werden.

Zu 7. und 8. Kosten: Außer den direkten Kosten können in den vertikalen Spalten auch Einheitskosten und Kostenteile eingetragen werden.

Zu 13. Wehr: Die Höhenangaben beziehen sich auf den Stauspiegel (± 0.00). In der Tabelle können untereinander Grundablaß, Schützenwehr und Floßgasse usw. berücksichtigt werden. Der Index „o" heißt oben, Index „u" unten.

Zu 14. Sperre: Die Einteilung ist sowohl für Mauern, als auch für Dammprofile u. aufgelöste Bauweisen brauchbar. Die Vergleichswerte[7]) $\frac{J}{F \cdot \times \cdot h}$ bedeuten Beckenwertigkeit, als das Verhältnis des Speichernutzinhaltes zu einem Prisma: Staufläche mal Sperrenhöhe; weiters $\frac{J}{M}$ Sperrenwertigkeit als das Verhältnis des Beckeninhaltes zur Sperrenkubatur: $\frac{b_u}{h_{max}}$ als das Verhältnis der Basisbreite zur größten Sperrenhöhe, gibt den Schlankheitsgrad der Konstruktion. Die Angaben über wasser- und luftseitige Neigung beziehen sich auf die Sperrenwände. Das spezifische Gewicht des Sperrenkörpers ist mit γ bezeichnet.

Zu 15. Entnahme: Sowohl für offenen Einlauf als auch für unterirdische Entnahme bei Becken brauchbar. Unter „brutto" ist verstanden: ohne Berücksichtigung der Zwischenpfeiler (beim Rechen der Stabdicke); unter „netto": die tatsächliche Lichte, bei der Geschwindigkeit v unter Berücksichtigung der Widerstände; letztere Zahlen werden in Klammern gesetzt.

[5]) Als Wirkungsgrad für die Turbinen ist 0·80, für die Generatoren 0.9? angenommen.

[6]) Siehe Ornig, Belastungsverhältnisse in einem Überlandnetz. Wasserkraft 1923, S. 223 Taf. 4.

[7]) Siehe Ornig, Gütegrade von Talsperren, Wasserwirtschaft, Wien 1913.

Digitized by Google

Name

1 Allgeme

Fluß

Nebenfl.

Ow bei Wasq.

" bei Zentrale

Fluß Länge (ohne Stau)

See höhe | Wasserfas Stau | nat.

Fluß Gefälle ‰

Ver- luste ow

Beschreibg.

15 Entnahme Q=

Schwelle über Grundabl. | unter Stau

Ein- lauf | Wasser tiefe | brutto (netto) Lg | F | v

Felder b | Pfeiler

Ver schluß

Tauch- wand

Rechen | brutto (netto) b | F | vmax | Profil | Stab dicke | lg | lichte

Kläranlage

lg | b | t | Fl | I | v | Zeit

Sohlen- neigg.

Spülg.

Wirkg.

16 Besond. Bauten

at

5 Wirtschft

Eigen- tümer ‰ | v

Unterneh- mungsform

Aktien

19 W. Schloß

	h	b	h	I

W. Spiegel ü. Ruhe max + | min − | arb +

Bedin- gung Ab- stellen

Betrieb setzen

Leer- lauf

Spülg.

20 Druckltg. Rohr- zahl lg.

Art	lg	ø	d	v	Neigg. ‰	Druck at

Achs- abst

Fix- pkt.

Stützen

Ex- pans

Sattel

Schuß Lg.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zu 16. Besondere Bauten: Hieher gehören Brükken, Dücker, Aquädukte, Wegverlegungen.

Zu 17. und 18. Offener Kanal und Stollen: In der Tabelle können untereinander mehrere Typen behandelt werden.

Bei Druckstollen wird der höchste Wasserdruck in Atmosphären *(at)* angegeben.

Zu 19. Wasserschloß: Ist sowohl als Turbinenvorhof bei Niederdruckanlagen als auch als Wasserschloß für Rohrleitungswerke verwendbar.

Zu 20. Druckleitung: Tabelle ermöglicht abermals die Behandlung verschiedenartiger Rohrmaße; $\frac{lg \cdot v}{g\,h}$ bedeutet die Anlaufzeit. Für die untere Verteilleitung ist eine besondere Spalte vorgemerkt.

Zu 21. Krafthaus: Bezieht sich auf den hochbaulichen Teil der Maschinenhalle, des Schalt- und Transformatorenhauses, sowie auf Nebenanlagen; der Wert $\frac{F}{100\ PS}$ gibt den Raumbedarf pro Krafteinheit in m² und ist für generelle Kalkulationen von Wert.

Zu 22. und 23. Turbinen und Generatoren: Die Tabelle gestattet die Beschreibung verschiedener Typen und Größen. Die unteren Tabellen behandeln Tourenschwankungen bei Belastungsänderungen und Wirkungsgrade.

Es bedeuten: n die Tourenzahl,

$n_s = \frac{n\sqrt{N}}{h\sqrt{h}}$ die spezifische Drehzahl

D den Laufraddurchmesser,

GD^2 das Schwungmoment.

Entgegnung zur Theorie der Prallströmung.

Von Prof. Dr. Hans Baudisch.

Geehrte Schriftleitung!

In Heft 17/18 des Jahrganges 1922 dieser Zeitschrift bringt Ing. Karl Grün, Laibach, eine

Entgegnung zur Theorie der Prallströmung.

Der Verfasser verwirft hiebei meine Unterscheidung zwischen dem Wirkungsgrade der Turbine und jenem der Turbinenanlage. Ich wollte damit die allseits bekannte Tatsache unterstreichen, daß eine Turbine im richtigen Einbau einen anderen Wirkungsgrad ergeben wird, als eine solche, welche lediglich in einer Trennwand zwischen Ober- und Unterwasserhaltung eingebaut wird. Daß stets die Arbeitsabgabe nur im Turbinenlaufrade stattfinden wird, habe ich wohl nie in Abrede gestellt, sodaß ich den weiteren bezüglichen Ausführungen des Verfassers, die auf eine Bekräftigung meiner Unterscheidung hinauslaufen, nur anschließen kann, gerade so, wie ich auch in den Ausführungen über die formale Unterscheidung zwischen statischer und dynamischer Wirkung keine gegensätzliche Auffassung erblicken kann. Hinsichtlich der Gegenüberstellung der Bernoullischen Gleichung und ihrer Erweiterung anerkenne ich die vom Verfasser angezogenen Möglichkeiten, soferne im Falle a) der dem Werte p_1 zugeordnete Oberwasserspiegel um hp höher liegt, als der dem Werte p'_1 zugeordnete. Im Falle b) hingegen wären beide Oberwasserspiegel in gleicher Höhenlage zu denken. Unter dieser, vom Verfasser leider unterdrückten Voraussetzung wird der Unterschied gewiß nur ein rein äußerlicher. Die Ableitung der erweiterten Bernoullischen Gleichung unterscheidet sich von jener der gebräuchlichen dadurch, daß im ersteren Falle in einem bestimmten Querschnitte, dem Prallquerschnitte, eine plötzliche Geschwindigkeitsänderung infolge Richtungsänderung angenommen wird, während im letzteren Falle die Änderung nur allmählich erfolgt. Eine Schlußfolgerung aus meiner Gleichung 12) auf eine Unstimmigkeit der beiden Bernoullischen Gleichungen halte ich daher für nicht am Platze, und möchte ich diese Auffassung auch auf den Einwurf hinsichtlich des Einflusses der Gefäßwände ausdehnen. Daß der Größe hp der Charakter eines Flüssigkeitsdruckes, also einer skalaren, richtungslosen Größe zukommt, glaube ich in Dinglers polytechnischem Journal 1922, Heft 15, nachgewiesen zu haben, worin ich die Unabhängigkeit dieses Wertes vom Winkel ϑ erwies. Ich möchte hiebei meinem Bedauern Ausdruck geben, daß vom Verfasser der angeblich in den beiden ersten Gleichungen der Gruppe 9) liegende Trugschluß nicht weiter aufgedeckt wurde — ich vermag ihn nicht zu erkennen. Der Verfasser scheint übersehen zu haben, daß ich mich einmal auf die Wasserwirtschaft 1922, Heft 5, das andere Mal auf die Wasserkraft 1922, Heft 5, beziehe, sonst könnte er nicht davon sprechen, daß ich hinter der Turbine zum zweiten Mal eine Prallströmung erzeugen will.

Am schwerwiegendsten scheinen mir folgende Einwendungen:

1. daß die Größe $hp = \frac{c}{g}\ (c - c_1 \cos \varphi)$ nicht skalar sei. Schreibt man diese Gleichung in der Form

$$hp = \frac{c^2}{g} - \frac{c\,c_1 \cos \varphi}{g},$$

so ist das erste Glied rechts vom Gleichheitszeichen offensichtlich skalar, da es nicht von der Richtung der einzelnen vektoriellen Faktoren desselben abhängt; das zweite Glied hat aber ebenso einen skalaren Charakter, wie etwa die Arbeit A, welche eine Kraft P auf dem Wege s leistet, wenn Kraft und Weg den Winkel α miteinander einschließen, sodaß sich $A = P\,s \cos \alpha$ rechnet. Sind aber die einzelnen Summanden skalar, so ist auch der ganze Wert hp skalar.

2. daß es nicht einzusehen sei, wie ein Energiebetrag, der vernichtet wird, Nutzarbeit an das Laufrad übertragen soll. Bleibt man im Rahmen der Bezeichnungsweise des Verfassers, so kann die Arbeitsabgabe eines Kaplanlaufrades, bezogen auf 1 kg Wasser mit

$$\eta H = A = (E_{k_1} + E_{p_1}) - (E_{k_2} + E_{p_2}) \quad \ldots . 1)$$

ermittelt werden. Weil hiebei E_{k_1} und E_{k_2} ebenso wie E_{p_1} und E_{p_2} nicht wesentlich voneinander abweichen, wird sich η hiebei nur sehr klein erweisen. Schaltet man der Turbine eine plötzliche Umlenkung zur Erzeugung eines Pralldruckes hp vor, schaltet man außerdem der Turbine eine plötzliche Umlenkung nach, in welcher die Energie h vernichtet wird, wobei

$$h_p = -h, \quad \ldots . 2.)$$

so ergibt sich durch Addition der Gleichungen 1) und 2) in

$$\varepsilon H = A' = [E_{k_1} + (E_{p_1} + h_p)] - [(E_{k_2} - h) + E_{p_2}] \quad . 3.)$$

die Arbeitsabgabe wesentlich größer. Und doch wurde nichts gemacht, als die potenzielle Energie vor dem Laufrade, sie stellt sich nunmehr auf $Ep_1 + hp$, auf Kosten der kinetischen Energie am Auslauf des Turbineneinbaues zu erhöhen. Letztere stellt sich nun auf $E_{k_2} - h$.

Rundschau

Wasserkraftmaschinen.

Eine neue Freistrahlturbine, die auch in dieser Zeitschrift, 1923, H. 10, unter dem Namen „Turgo" schon kurz erwähnt war, beschreibt die Z. d. V. d. I., 1923, Heft 18, näher (nach Minutes of Proceedings of the Inst. of Civil Eng. 1922, S. 396). Sie kennzeichnet sich dadurch, daß sie hinsichtlich ihrer spezifischen Drehzahl die Peltonturbine überragt und ähnlich

Digitized by Google

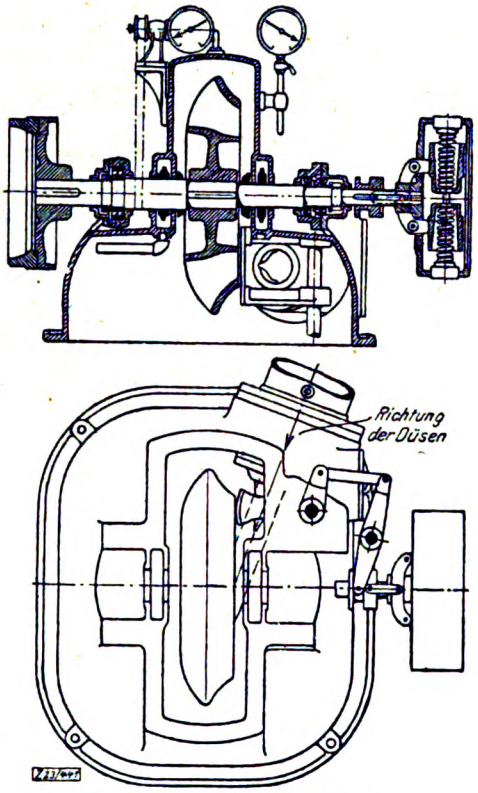


Abb. 1. „Turgo"-Turbine, Schnitte.

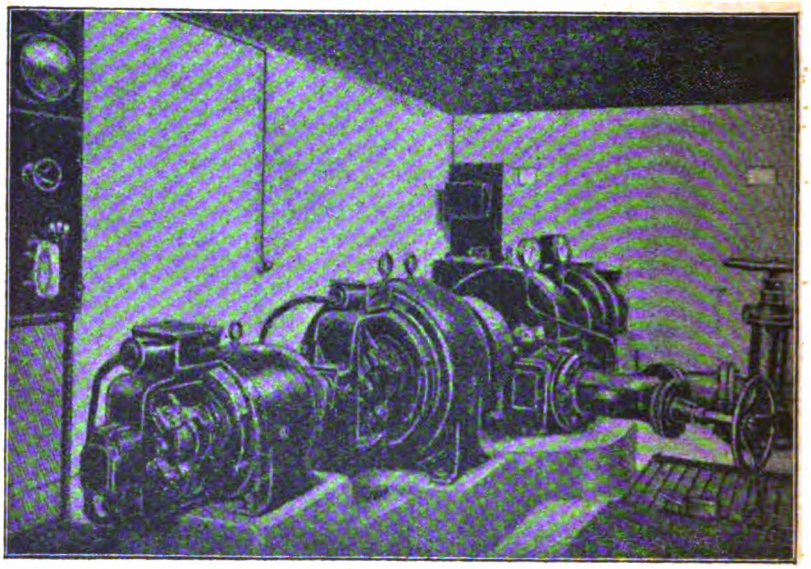


Abb. 2. Turgo-Freistrahlturbine.

der Bankiturbine eine Mittelstellung zwischen Pelton- und Francisturbine hinsichtl. der Dreizahl einnimmt, ferner eine einfache direkt wirkende Regulierung ermöglicht, auf deren Wichtigkeit gerade für kleinere Maschinen hier ert kürzlich hingewiesen wurde.[1]) Diese „Turgo"-Turbine besteht aus einem Girard-Laufrad mit der üblichen Schaufelung für staufreien Durchfluß, Abb. 1, auf horizontaler Welle. Die Eigenart liegt darin, daß die Beaufschlagung nicht axial durch einen ring- oder sektorförmigen Leitapparat mit Ringschütze oder dergl. erfolgt, sondern durch eine um etwa 20° gegen die Radebene geneigte Pelton-Runddüse so, daß der Strahldurchmesser gleich der Laufrad-Kranzbreite am Eintritt ist. Der Strahl trifft die Eintrittsebene des Laufrades vermöge seiner Neigung gegen die Radebene in einer langgestreckten Ellipse, deren kleine radial gerichtete Axe eben gleich der Eintrittsbreite des Rades ist und deren große (tangential gerichtete) Axe etwa 5 Laufradzellen übergreift, so daß eine partiell durch freien Strahl beaufschlagte Girard-Turbine ohne Leitschaufeln gegeben ist. Die Füllungsegelung erfolgt durch die übliche Pelton-Nadel mit Hand- oder automatischer Verstellung, die Drehzahlregelung in der abgebildeten Ausführung durch einen Strahlablenker, der vom Axenregler unmittelbar verstellt wird. Eine Ausführung dieser eigenartigen schräg beaufschlagten Turbine findet sich bereits in El. Review 1920, Dec. 24., S. 803, dargestellt, Abb. 2, und ist als „Turgo"-impuls turbine bezeichnet. Die von Gilkes & Co., Kendal, gelieferte Turbine ist für rd. 81 m Nettogefälle und 122 l/sec. bestimmt und leistet hierbei 89,5 PS. (spezif. Drehzahl $\eta^s = 37$) bei 950 Umdr./Min. Sie ist gemäß der genannten Beschreibung mit einem empfindlichen Axenregler, einem Strahlablenker und einer Reguliernadel versehen; diese letztere kann von Hand eingestellt werden. Die Abbildung zeigt deutlich die seitliche gegen das Gehäuse und damit auch gegen die Radebene schräg gerichtete Nadeldüse und den zwischen Turbine und vorderem Generator liegenden Axenregler in Übereinstimmung mit der der Z. d. V. d. I. 1923, Heft 18, S. 449 entnommenen Abb. 1. Die Anlage ist im übrigen in ihren interessanten Einzelheiten nach der englischen Quelle im Elektro-Journal 1922, Heft 12, S. 282, näher beschrieben.

Die Turgo-Turbinen werden auch mit einer einfachen in der Z. d. V. d. I. 1923, Heft 18, näher beschriebenen und dargestellten Doppelregelung gebaut, wobei der Strahlablenker unmittelbar vom Axenregler verstellt wird, während die Reguliernadel hinten einen Kolben trägt, dessen Rückseite unter der Wirkung des von einem einfachen Durchflußventil gesteuerten Wasserdruckes steht. Die Anordnung ist deshalb erwähnenswert, weil der Steuerstift des Durchflußventils unmittelbar auf den Düsennadelschaft selbst wirkt, indem der Schaft der Länge nach durchbohrt ist und das Durchflußwasser, das an der Reguliernadelspitze austritt, vom Arbeitsstrahl sozusagen durchgesaugt wird. Es entfällt dadurch, daß der Ventilstift auf den Nadelschaft selbst wirkt, auch jede besondere Rückführung. Nimmt die Drehzahl z. B. zu, so schwenkt das Pendel sehr rasch den Ablenker vor und führt zugleich die im Sinne des Schließens nur kraftschlüssig (durch eine Feder) mit dem Gestänge verbundene Durchflußnadel gegen den Nadelschaft bezw. führt sie so lange hinter dem sich nach vorn unter der Wirkung des Druckwassers hinter dem Kolben bewegenden Nadelschaft her, bis der Strahl soweit verkleinert ist, daß er wieder frei am Ablenker vorbeigeht, in welchem Augenblick die Feder, welche Steuernadel und Pendelmuffe kraftschlüssig kuppelt, spannungslos wird, da dann die Stellung der Steuernadel mit der Muffenstellung wieder übereinstimmt. Der Tourenabfall (Ungleichförmigkeitsgrad) der Regulierung beträgt nach der englischen Quelle ca. 5 Proz. und wird bei den beiden dort beschriebenen Anlagen durch Überkompoundierung der Gleichstromgeneratoren bezw. durch eigene Zusatzmaschinen (Abb. 2) ausgeglichen. In der Z. d. V. d. I. werden einige Ergebnisse von Prüfungen solcher Turbinen mitgeteilt: eine Ausführung ergab bei 61 m Gefälle 107,5 PS. und 640 Umdr./Min. ($\eta s = 39$) einen Wirkungsgrad von 83,5 Proz.; das dort gezeigte Kurvenblatt für eine Turbine von 150 PS. unter 73,4 m Gefälle mangels nur bis zu 120 PS aufgenommen werden konnte, gibt für diese genannte Leistung 80 Proz. Wirkungsgrad und läßt für höhere Leistung noch auf eine geringe Steige- und bei 700 Umdr./Min. ($\eta^s = 40$), das wegen Wasserung des Wirkungsgrades schließen.

Während die Engländer auf diesem Weg zu einer einfachen schnellaufenden Freistrahlturbine mit einfacher, sogar direkt wirkender Reguliermöglichkeit gelangt sind, berichten die V. d. I.-Nachrichten 1922, Nr. 51a, von einer neuen amerikanischen Ausführung der I. P. Morris Co.

[1]) ds. Z. Heft 10, S. 121.

Digitized by Google

und der Pelton Water Wheel Co. mit ebenfalls einem Girard-Rad auf wohl horizontaler Welle, dem das Wasser durch eine leitschaufellose Ringdüse zugeführt wird, die man sich dadurch entstanden denken kann, daß der Querschnitt einer normalen Peltondüse samt Nadel um die Radaxe rotiert. Die Reguliernadel wird dann zu einem Ring. Das Wasser strömt nach Engineering News-Record vom 26. 10. 1922, an deren Bericht sich die V. d. I.-Nachrichten anschließen, dem Laufrad schräg gegen die Radebene zu; es ist aber nicht ersichtlich, auf welche Weise die schräge Richtung dem Wasser erteilt wird, nachdem Leitschaufeln wegen des axial verschiebbaren Regelringes nicht vorhanden sein können. Es liegt die Vermutung nahe, daß die gewünschte schräge Bewegungskomponente dem Wasserring durch eine entsprechende Schräglegung des Einlaufstutzens erreicht wird, so daß das Wasser in der Ringdüse eine kreisende Bewegung ausführt. Der Vorteil der neuen Turbinenart wird auch hier in der Ausfüllung der Lücke zwischen der Pelton- und der Francisturbine gesehen und ein besserer Wirkungsgrad als bei der Peltonturbine erwartet. Rdl.

Energieverteilung

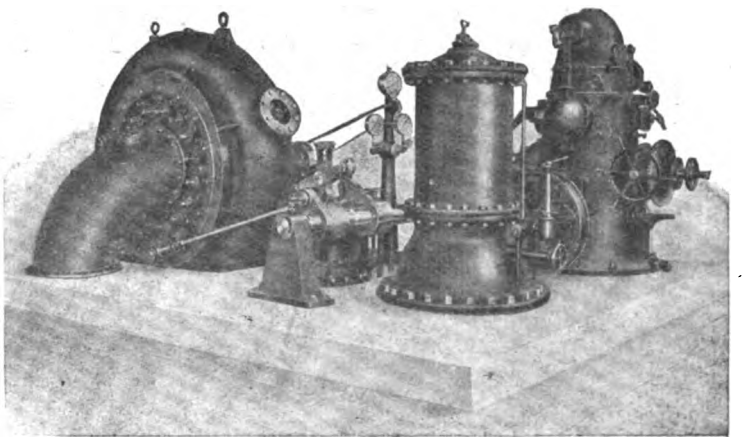
Der Kraftausgleich in Schweden und die Richtlinien für die Einrichtung der Verteilung der elektrischen Energie im Großen. Der Bericht des schwed. Elektrisierungsausschusses, der am 29. Jan. der Regierung vorgelegt wurde und der den Kraftausgleich in Schweden und die Richtlinien für die Einrichtung der Verteilung der elektrischen Energie im großen behandelt, ist noch nicht im Druck erschienen; ein am 23. März 1923 von Nils Ekwall in der schwedischen Technologenvereinigung gehaltener Vortrag gibt jedoch schon eine kurze Uebersicht über den Inhalt dieses Berichtes.

Der angestellte Vergleich zwischen Energievorrat und -bedarf gründet sich auf einer Einteilung des Landes in 14 Kraftdistrikte. Diese letzteren sind Gebiete, von denen jedes einzelne in Ansehung der natürlichen Lage der Energievorräte und der schon bestehenden Verteilungsverhältnisse u. a. eine Einheit bildet. Die Wasserkräfte des Landes sind bekanntlich größtenteils in schwedisch Norrland angehäuft, während der Bedarf im südlichen und mittleren Schweden vereinigt ist. Eine Ueberführung von Kraft von Norden nach Süden ist daher naheliegend, aber es ist nicht anzunehmen, daß die größten Energievorräte, die sich in Norrbotten befinden, innerhalb absehbarer Zeit nach Süden überführt werden können und zwar auf Grund des Umstandes, daß die Kraftleitungstechnik voraussichtlich noch lange nicht eine derartige Entwicklung zulassen wird. Auch im unteren Norrland sind große Energiemengen vorhanden und deren Ueberführung nach südlicheren Landesteilen erscheint technisch eher möglich. Man kann daher die genannten 14 Kraftdistrikte in folgende drei Kraftprovinzen zusammenfassen.

1. Die Kraftprovinz südliches und mittleres Schweden, woselbst die Energievorräte allmählich dem Bedürfnisse nicht mehr genügen und wohin daher Energie überführt werden muß. Diese Kraftprovinz umfaßt die südlicheren Kraftdistrikte einschließlich Dalälven.
2. Die Kraftprovinz unteres Norrland, wo auf einen Energieüberschuß gerechnet werden kann und von wo aus Energieüberführung in absehbarer Zeit nach Süden denkbar ist. Hierher zählen Ljusnan, Ljungan, Indalsälven und Angermanälven.
3. Die Kraftprovinz oberes Norrland, wo allerdings mit großem Energieüberschuß gerechnet werden kann, von wo aus aber eine Energieüberleitung in das südliche und mittlere Schweden in absehbarer Zukunft als wahrscheinlich nicht angenommen werden kann.

Die durchgeführten, verhältnismäßig ins einzelne gehenden Berechnungen der Wasserkräfte des Landes gehen von der Annahme aus, daß die Regulierung der Wasserläufe soweit durchgeführt wird, als die wirtschaftlichen Verhältnisse dies zulassen. Weiter ist eine vollständige Aus-

A. G. der Maschinenfabrik von **Theodor Bell & Co.** Kriens-Luzern. Gegründet 1855.



Einfache Spiralturbine von 5000 PS. Leistung mit Isodrom-Öldruck-Regulator im Kraftwerk Lungernsee

2 Stück à 5000 PS. geliefert und 1 Stück à 12 000 bis 14 000 PS. in Auftrag.

Wasserturbinen, Präzisionsregler, kompl. hydraulische Anlagen — Maste u. Tragwerke für elektr. Leitungen.

Digitized by Google

nützung der regulierten 12 Monatsleistung oder der natürlichen 9 Monatsleistung in den Fällen, in denen diese letztere größer ist als die erstere, angenommen. Unter diesen Voraussetzungen betragen die Gesamtenergievorräte des Landes 42,5 Milliarden kWh. Hiervon entfallen 9,5 Milliarden auf das südliche und mittlere Schweden, 13 Milliarden auf das untere Norrland und 20 Milliarden auf das obere Norrland. Tatsächlich kann man voraussichtlich nicht die ganze, theoretisch verfügbare Energiemenge ausnützen. Auch wo vollständige Wochen- und Tagesregulierung möglich ist, wird vermutlich ein Teil der Wassermenge verloren gehen. Wo Wochen- und Tagesregulierungsmöglichkeiten fehlen, kann man nur soweit mit der Ausnützung der Wasserkraft rechnen, als dies der Ausnützungszeit der Belastung entspricht. Anderseits kann wenigstens bei gewissen Wasserfällen weitere Wasserkraft während der Hochwasserzeit durch Kombination mit anderen Energiequellen gewonnen werden. Man kann ausrechnen, daß die Gesamtenergiemenge, die in der Praxis aus den Wasserläufen Schwedens geschöpft werden kann, ungefähr 32,5 Milliarden kWh erreicht und zwar 7,6 Milliarden im mittleren und südlichen Schweden, 9,9 Milliarden im unteren und 15 Milliarden im oberen Norrland.

Die Berechnungen des Energiebedarfes haben eine Höhe dieses Bedarfes auf eine so weite Zeit hinaus im Auge, als man jetzt eine Voraussage zu machen wagen kann. Man glaubte nicht über 20 Jahre hinausgehen zu können und die Berechnungen beziehen sich daher ungefähr auf das Jahr 1940. Um da die Größe des wahrscheinlichen Energiebedarfes zu schätzen, muß man vom gegenwärtigen Energiebedarf ausgehen und sich vom wahrscheinlichen Verlauf der Entwicklung ein Bild zu machen suchen. Der Energiebedarf ist insbesondere für folgende Hauptgruppen berechnet worden: flaches Land, Städte, Großindustrie, Eisenbahnen sowie Koch- und Heizeinrichtungen.

Der im Vergleich zu den übrigen Gruppen bescheidene Energiebedarf des flachen Landes kann mit Hilfe gewisser Erfahrungsziffern für den Energieverbrauch für das Hektar, die Person usw. geschätzt werden. Das Ergebnis ist für 1940 ungefähr 545 Millionen kWh.

Der Energiebedarf der Städte ist mit Hilfe gewisser Angaben aus der Statistik der Elektrizitätsvereinigungen berechnet. Einbezogen ist hier auch der Energiebedarf der in den Städten befindlichen Großindustrie. Zusammengenommen würden 1940 ungefähr 1040 Millionen kWh erforderlich sein.

Der Energiebedarf der Großindustrie bildet den Löwenanteil vom Energiebedarf. Um die Berechnungen zu erleichtern, wurde die Großindustrie in verschiedene Unterarten ausgeschieden. Der gegenwärtige Energiebedarf ergibt sich aus der Zusammenstellung:

Industrieart	Jetziger Energiebedarf in Mill. kWh
Holzmasse- und Papierfabriken . . .	ungefähr 1300
Sägewerksindustrie	» 150
Eisen- und Grubenindustrie	» 420
Textilindustrie	» 40
Verschiedene Industrien	» 160
Elektrothermische und elektrochemische Industrie	» 830
Sa.:	» 2900

Für die Holzmasse- und Papierfabriken rechnet man bis 1940 mit 50 v. H., für die Sägewerksindustrie mit 20, für die Eisen- und Grubenindustrie mit 25 und für die Textilindustrie mit 25 v. H. Zunahme. Bei den verschiedenen industrien rechnet man bei der Möglichkeit, daß neue Industriearten dazukommen könnten, mit 100 v. H. Bei der elektrothermischen und elektrochemischen Industrie kann man unter gewissen Voraussetzungen eine Zunahme

Digitized by Google

bis zu 1,5—2,5 Milliarden kWh rechnen. Die wesentlichste Rolle spielt darunter die elektrische Gußeisenherstellung. Die Elektrisierung der Gußeisenherstellung hat während der letzten Jahre ganz bedeutenden Energiebedarf entwickelt und das kann unter günstigen wirtschaftlichen Verhältnissen auch so weiter gehen. Es spielen da sehr unsichere Umstände wie die Weltmarktlage, die Erztransportverhältnisse u. a. mit herein. Man rechnet aber mit der Möglichkeit, daß bis 1940 gegen 5—600 000 Tonnen Elektrogußeisen hergestellt werden und das entspricht einem Wert von etwa 1—1,5 Milliarden kWh. Der Energiebedarf der Eisenbahnen ist auf Grund der Angaben über Güterverkehrsmenge und Energieverbrauch für den Tonnenkilometer berechnet. Man schätzt den Gesamtenergiebedarf, den die Eisenbahnen möglicherweise um 1940 beanspruchen könnten, auf ungefähr 875 Millionen kWh. Das elektrische Kochen hat bei dem Teile der Bevölkerung, der nicht billiges Holz bekommt, sicherlich gewisse Aussichten. Wenn man mit je einem Viertel der Bevölkerung der Städte, die keine Gaswerke haben, und des platten Landes, des letzteren, soweit die Bevölkerung nicht mit Ackerbau und Forstwirtschaft beschäftigt ist, rechnet, so wären etwa 250 Millionen kWh nötig. Die Beheizung wird sich sicher weniger einführen als das Kochen, aber der Energiebedarf für die Person ist dafür auch 10mal so groß. Man rechnet auch hier mit 250 Millionen kWh.

Der Gesamtenergiebedarf würde sonach ohne die elektrothermische und elektrochemische Industrie auf 6 Milliarden kWh und mit dieser auf 8,5 Milliarden kWh zu schätzen sein.

Auf Grund der Feststellung der Energievorräte und des im vorigen gegebenen Energiebedarfs für 1940 läßt sich nun ein Energieausgleich versuchen. Wenn man 1940 alle Energievorräte des Landes ausnützen würde, so würden diese ausreichen, um den Bedarf sämtlicher Kraftdistrikte zu decken. Doch darf man natürlich nicht davon ausgehen, daß im Jahre 1940 alle Energiequellen ausgebaut und alle Wasserläufe reguliert sein können. Besonders eine Anzahl kleinerer oder ungünstig gelegener Energiequellen dürfte zu genanntem Zeitpunkte wohl noch unausgebaut sein. Außerdem dürfte eine Reihe von Umständen wirtschaftlicher und juristischer Natur die Durchführung der Wasserregulierung verzögern. Es wäre auf Grund annähernder Schätzungen zu befürchten, daß um 1940 in der Kraftprovinz südliches und mittleres Schweden ein Energiemangel auftritt, der nach allem, was man jetzt urteilen kann, ungefähr 400 Millionen kWh erreichen könnte.

In dem Maße, in dem die Entwicklung die Ausnützung der bisher unausgebauten Wasserkraftquellen nötig macht, müssen natürlich die Leitungsnetze für die Zusammenziehung der Kraft und deren Beförderung von energiereichen nach energieärmeren Distrikten ausgebaut werden. Der Elektrisierungsausschuß hat einen überschlägigen Plan für den Ausbau der erforderlichen Ueberführungsanlagen aufgestellt und zwar nach dem Grundsatz, daß eine Sammelschienenleitung längs jedem Wasserlaufe verlegt wird. Besonders in Norrland ist dieses System ausgeprägt. Dort liegen die Energievorräte so gut wie längs des ganzen Flusses verteilt, während der Verbrauch an den Küstenstrichen, besonders an den Flußmündungen vereinigt ist. Die Sammelschienenleitung dient daher als Sammelleitung und überführt die am Küstenstrich erforderliche Energiemenge dorthin. Dr. S.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Kraftwasserstraßen. Die derzeitigen Bauarbeiten an der Großschiffahrtsstraße Rhein—Main—Donau. Von Oberbaudirektor Dantscher. „Die freie Donau", 1923, Nr. 11, S. 162—168, 7 Abb. (Angabe von Einzelheiten über die zurzeit im Bau befindlichen Anlagen: Staustufe Viereth und Kachletstufe bei Passau.) — Die Obere Donau von Regensburg bis Ulm. Von Baurat Sametschek-Augsburg. „Die freie Do-

SIEMENS-SCHUCKERT
Siemensstadt bei Berlin

Entwurf, Ausführung und Übernahme in Generalunternehmung des baulichen, mechanischen und elektrischen Teiles von
WASSERKRAFT-ANLAGEN

Grundwasserabsenkung, Torkretbau, Gußbeton, Tiefbauten jeder Art und Größe auf Grund langjähriger Erfahrungen

SIEMENS-BAUUNION
G. M. B. H. Kommanditgesellschaft
Berlin SW 11 Schönebergerstraße 3—4 Siemenshaus

Digitized by Google

nau", 1923, Nr. 11, S. 170—175, 2 Lagepläne. (Hinweis auf die besondere Bedeutung der Oberen Donau im Hinblick auf ein einheitliches Wasserstraßennetz.)

— Finanzierung von Wasserstraßenbauten. Von Staatsrat Dr. F. v. Graßmann, München. „Die freie Donau", 1923, Nr. 11, S. 175—177. (Geschichtliche Entwicklung. Umstellung in eine wertbeständige Finanzierung.)

Wasserkraftnutzung. Die Wasserkräfte Bulgariens. Von E. Mattern, Potsdam. „Z. d. V. D. I.", 1923, Nr. 36, 1 Abb. (Angaben über bisherige Entwicklung und neue Pläne der Wasserwirtschaft.)

— Die Kraftausnutzung von Flut und Ebbe an der französischen und englischen Meeresküste. Von E. Mattern, Potsdam. „Zentralblatt d. Bauv.", 1923, Nr. 53/54, S. 316—319, 6 Abb. (Grundsätzliche Stellungnahme zur Ausnützung der Gezeiten und der Stoßkraft der Meereswellen. Jetzige Pläne in England und Frankreich.)

— Der Bau von Druckstollen für Wasserkraftwerke. Von Otto Graber, Luzern. „Beton und Eisen", 1923, Nr. 13, S. 170—173, 4 Abb. (Angaben über die Porigkeit des Zements und Folgerungen für die Herstellung von Druckstollen.)

— Versenkwalze für bewegliche Wehre. „Z. d. V. D. I.", 1923, Nr. 22, S. 550—551, 4 Abb. (Beschreibung der patentierten Ausführungen der M. A. N.)

Entwässerungen. Die Wirkung von Notauslässen auf die Vorfluter. Von Stadtbaurat Dr. Ing. Schubert, Gotha. „Ges. Ing.", 1923, Heft 36, S. 353—359. (Kritische Erwiderung auf den Aufsatz von Dr. Ing. Kurz über „Die Wirkung von Regenüberfallbauwerken städtischer Kanalisationen auf die Vorfluter". Anschließend hierzu Gegenbericht von Dr. Ing. Kurz.)

— Der Entwässerungsbetrieb deutscher Großstädte. Von Stadtbaurat Fleck und Stadtbaudirektor Dr. Ing. Heilmann, Dresden. „Ges. Ing.", 1923, Heft 37, S. 361—366. (Veröffentlichung der Ergebnisse einer Rundfrage an alle Großstädte.)

Wasserbau. Stampfbeton oder Gußbeton. Eine Studie über die Dichtigkeitsfrage. Von Geh.-Rat Prof. R. Otzen, Hannover. „Der Bauing.", 1923, Heft 16, S. 466 bis 472, 6 Abb., 8 Zahlentafeln. (Die Streitfrage, ob Stampfbeton, weicher Beton oder Gußbeton zur Erzielung hoher Dichtigkeit gewählt werden soll, wird nach der Meinung des Verfassers zu dem Ergebnis führen, daß der weiche Beton die größte Aussicht hat, wasserundurchlässig zu sein.)

— Modellversuch über die Wirksamkeit von Wassertreppen (Stufenüberfällen). Von Dr. Ing. L. Koch. „Der Bauing.", 1923, Heft 16, S. 472—474. (Beschreibung der Modellversuche, die im Flußbaulaboratorium der Techn. Hochschule Dresden ausgeführt wurden und deren Ergebnissen.)

— Der Geschieberückhalt der Stauseen und seine Einwirkung auf ein Flußgebiet. Von Dr. J. Putzinger, Salzburg. „Z. d. Oe. Ing.- und Arch.-Ver.", 1923, Nr. 19/20, S. 118—120. (Beim Einbau von Staumauern ist die Aenderung des bisherigen Beharrungszustandes des Unterlaufs eines Gewässers von erheblicher Bedeutung. Abhilfemaßnahmen. Beschreibung der Geschieberäumung aus den Stauseen.)

— Die Schlammführung einiger steirischer Gewässer. Von Prof. Dr. J. Stiny, Bruck. „Z. d. Oe. Ing.- und Arch.-Vereins", 1923, Nr. 19/20, S. 121/122. (Angaben über die Gewichte des in vollkommen lufttrockenem Zustand gewonnenen Schwebestoffes. Ergebnis von Beobachtungen.)

Hafenbau. Die Erweiterung des Hafens von Trellborg. Von Dr.-Ing. G. de Thierry. „Z. d. V. D. I.", 1923, Nr. 20, S. 485—489, 7 Abb. (Besprechung der preisgekrönten Entwürfe.)

Buchbesprechungen

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. III. Teil: Der Wasserbau. 1. Band: „Die Gewässerkunde". 5. vermehrte Auflage. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1923. (Grundziffer geh. 36, geb 39.)

Die „Gewässerkunde" im Handbuch der Ingenieurwissenschaften ist, von P. Gerhardt, R. Jasmund und H. Engels neu bearbeitet, in 5. Auflage erschienen. Seit dem Erscheinen der 4. Auflage sind 12 Jahre verflossen, in denen das Gebiet wesentliche Erweiterung und Vertiefung erfahren hat. Die Neuauflage hat die frühere Einteilung des Stoffes beibehalten, die beiden ersten Kapitel sind auch wieder von denselben Verfassern bearbeitet, die bereits an der 4. Auflage mitwirkten, überall sind aber die Ergänzungen vorgenommen, die uns das Fortschreiten der Erkenntnis in der Gewässerkunde bis zum heutigen Tag gebracht hat.

Im ersten Kapitel „Regen, Grundwasser, stehende Gewässer" hat besonders der Abschnitt über Grundwasser und Quellen eine bedeutende Vermehrung des Stoffes erfahren und es hat hier P. Gerhardt alles aufgenommen, was von der reichen Arbeit des letzten Jahrzehntes auf dem Gebiete der Hydrologie als sicheres Ergebnis der Forschung gebucht werden kann. Vorzüglich nach Inhalt und Form ist Jasmunds zweites Kapitel „Fließende Gewässer". Neu ist hier die bedeutende Erweiterung der geologischen Grundlagen des Gewässernetzes und neben manchem anderen die ausführlichen Darstellungen über Geschwindigkeit und Geschwindigkeitsverteilung im Querschnitt und über Sinkstoff- und Geschiebebewegung in Flüssen. Deutlich sehen wir hier, wenn wir die letzte Auflage zum Vergleich heranziehen, wie in mühevoller Arbeit unser Wissen vorwärts gekommen ist und daß wir nach Umfluß eines Jahrzehntes doch wieder ein Gutteil Neues als sichere Erkenntnis buchen können.

Im dritten Kapitel „Praktische Hydraulik" hat Hubert Engels besonderen Wert darauf gelegt, die Bearbeitung seines Vorgängers Bubendey tunlichst zu belassen. Es ist lebhaft zu begrüßen, daß diese elegante Behandlung der Hydraulik, die Bubendey seinerzeit den deutschen Wasserbauingenieuren vermittelt hat, hier in der technischen Literatur wieder ersteht, und es wäre nur zu wünschen, daß diese Methode, die so geeignet ist, die Brücke zu weiterer und tieferer Kenntnis hydraulischer Vorgänge zu schlagen, sich immer mehr bei uns einbürgerte. Natürlich ist auch hier der Fortschritt, wie ihn insbesondere die Behandlung der Hydraulik in den Laboratorien — Brückenstau, Wehrüberfälle usw. — gebracht hat, berücksichtigt worden.

Alles in allem ein vorzügliches Buch, zu dem man die Verfasser nur beglückwünschen kann, eine erfreuliche, wirkliche Bereicherung unserer technischen Literatur, ein Buch, das seiner Güte und Gediegenheit wegen nur aufs beste empfohlen werden kann. Dantscher.

Geschäftliches

Wertbeständige Strompreise. Mit Rücksicht auf den Währungsverfall einerseits und auf die Verteuerung der Gestehungskosten der elektrischen Energie als Folge der Ueberteuerung aller Betriebsmaterialien andererseits erläßt der Verband bayerischer Elektrizitätswerke eine Bekanntmachung, in welcher er die Strompreise auf Goldmarkberechnung überleitet. Den Ausführungen, welche die

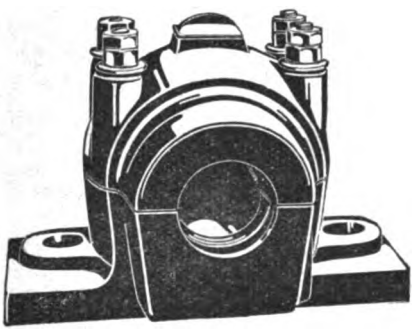
Digitized by Google

Bekanntmachung stützen, ist zu entnehmen, daß — wie allgemein bekannt — alle unsere Preise weit über die Friedenspreise hinausgestiegen sind: Kohlen kosten, auf Goldmark umgerechnet, 220—320% der Vorkriegspreise, Kupfer und Aluminium 142%, Isoliermaterial 150—520%, Holzmasten 150% (elektr. Maschinen und Ersatzteile derselben 174%, Wasserturbinen rd. 150% der Vorkriegspreise. D. Schriftltg.) Einzig die Löhne sind — leider — weit niedriger und betragen im Mittel dzt. ein Drittel bis ein Viertel der Vorkriegslöhne. Dagegen bedingt aber die infolge der Verringerung der Arbeitsleistung durch den 8-Stundentag aufgezwungene Personalvermehrung ebenso wie die Vergrößerung des Verwaltungsapparates als Folge der ungeheuerlichen Belastung der Büros mit unproduktiven Arbeiten (Lohn- und Steuerwesen, Mehrarbeit im Abrechnungswesen) und die Zunahme an steuerlichen Lasten dennoch eine ganz wesentliche Erhöhung der allgemeinen Unkosten, so daß die in Goldmark gerechneten Strompreise ebenso wie die Materialkosten wesentlich höher wie die Friedens-Strompreise liegen sollten.

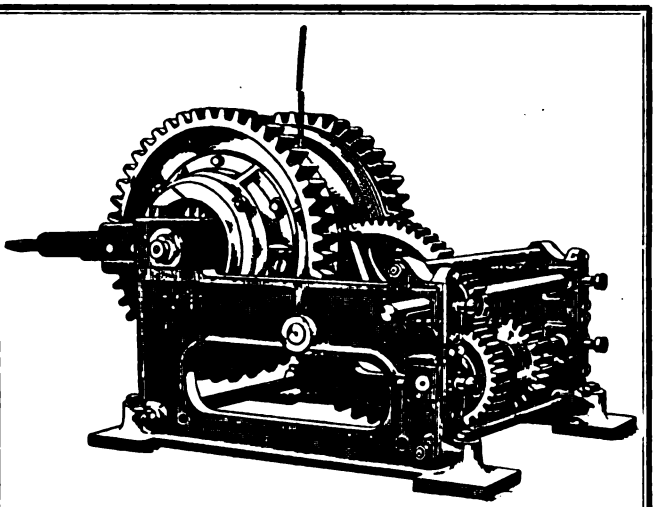
Trotzdem haben sich die Elektrizitätswerke, wie sie in der Bekanntmachung ausführen, wenigstens übergangsweise, der verminderten Kaufkraft breiter Bevölkerungskreise Rechnung tragend, dazu entschlossen, für Licht 45—50 Goldpfennige, für Kraft 30—40 Goldpfennige als angemessen vorzuschlagen.

(Auch aus dieser Verlautbarung klingt der Widerspruch zwischen den im Verhältnis zum Vorkriegspreis erhöhten

J. WEIPERT und Söhne
Gesellschaft m. b. H.
Maschinenfabrik und Eisengiesserei
Stockerau *bei Wien*



TRANSMISSIONEN
WASSERTURBINEN
GIESSEREI *Grauguss bis zu 10000 kg Stückgewicht*
Roststäbe *für alle Feuerungen*



Modell für 1000 kg Bärgewicht

Rammwinden

für

150–2000 kg Bärgewicht.

Gerüstverbinder zur Verbindung von Gerüststangen.

Angebote kostenlos.

ALFAWERK GAUTING
GAUTING bei München.

WICHTIG FÜR INGENIEURE UND WASSERBAUTECHNIKER

★

Dr. Ing. RUDOLF TILLMANN, Wien
ÜBER NEUERE VERFAHREN DER GRAPHISCHEN HYDRAULIK ALS HILFSMITTEL BEIM ENTWERFEN VON WASSERKRAFTANLAGEN
Mit 27 schematischen Zeichnungen
Broschiert 10 Pfg.
mal Schlüsselzahl des Börsenvereins der Deutschen Buchhändler

★

RICHARD PFLAUM VERLAG A.G. / MÜNCHEN / HERRNSTR. 10

Digitized by Google

Preisen aller Erzeugnisse und den verringerten Einkommen — alles eine Folge der Verringerung der Arbeitsleistung des Volkes.)

Kilowattstunden-Anleihe der Stadt Kaufbeuren i. Allg. Die Stadt Kaufbeuren ist die erste Gemeinde, die in Bayern eine 6%ige Kilowattstunden-Anleihe zur Finanzierung ihrer Wasserkraftanlage herausgibt. Der Zeichnungspreis ist festgesetzt auf 15 Pf. Friedenswert; dieser Preis ist in einem Papiermarkbetrag zahlbar, der sich nach dem amtlichen Dollar-Briefkurse des Zeichnungsvortages errechnet. Verzinsung, Tilgung und Rückzahlung richtet sich nach dem Licht-kWSt.-Preise der Stadt, der nicht unter 15 Pf. Friedenswert herabgesetzt werden darf. Die Anleihe erstreckt sich über 2 Millionen kWh.

454

GROSSWASSERKRAFTANLAGE
MITTLERE ISAR
VON
F. KRIEGER
Ministerialrat in München
Mit 48 Abbildungen und schematischen Zeichnungen im Text und auf 3 Tafeln
Broschiert 40 Pfg.
mal Schlüsselzahl des Börsenvereins der Deutschen Buchhändler

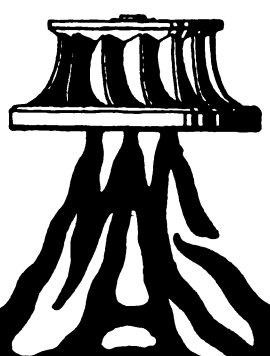
★

Die Schrift will allen Interessenten einen abgerundeten Einblick in das Wesen und die hauptsächlichen Einrichtungen — einschliesslich der maschinellen und elektrischen — des Großkraftwerkes „Mittlere Isar" gewähren und der Fachwelt Anregungen zu intensiver Weiterentwicklung der schwierigen Fragen der Wasserkraftausnützung geben.

★

MÜNCHEN / HERRNSTRASSE 10
RICHARD PFLAUM VERLAG A.G.

WASSER-TURBINEN.



Öldruck Regulatoren
für Geschwindigkeit und Wasserstand.

Lieferung von mod. kompl. Turbinenanlagen. Höchste Ausnützung. 60jähr. Erfahrung.

Eigene grosse Eisengiesserei.

„MAG" Maschinenfabrik A.G. Geislingen-Stg. 47 D Wtbg.

Digitized by Google

Die Wasserkraft

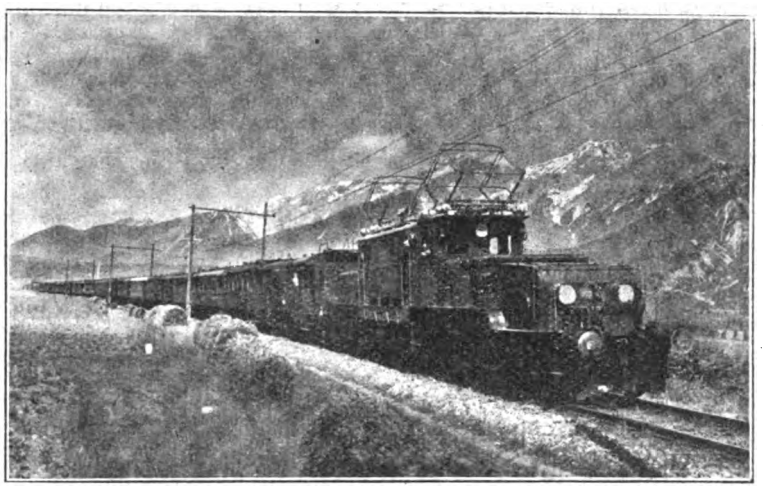
Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft

Nummer 23/24 München, 20. Dezember 1923 18. Jahrgang

Zur Inbetriebsetzung der ersten Teilstrecke der elektrischen Arlbergbahn

(22. Juli 1923)

DIE erste Teilstrecke des großzügigen Ausbaues der österr. Bundesbahnen, der Abschnitt Innsbruck-Westbhf.-Pfaffenhofen (Station nach Zirl) wurde am 22. Juli in Anwesenheit des Bundespräsidenten Dr. Hainisch eröffnet. Damit haben die österr. Bundesbahnen als erste Bahnverwaltung der durch den Krieg zerrütteten Nachbarländer eine entscheidende Etappe der mit Energie geförderten Umstellung von Kohle auf Wasserkraft abgeschlossen; bis Ende 1924 soll die gesamte Arlbergstrecke elektrisch betrieben sein. Das nunmehr vollendete erste Stück von etwa 18 km Länge wird vom Ruetzwerk bei Schönberg, das seit 1912 die Mittenwaldbahn Innsbruck—Garmisch und Garmisch—Reutte versorgte, mit gespeist unter Vermittlung einer Transformatorenstation bei Zirl, der sich für die ganze Arlberglinie bis Bregenz noch 5 weitere im Bau befindliche Unterwerke zugesellen werden. Der Betrieb erfolgt mit Einphasenstrom von $16^2/_3$ Perioden bei 15 kV Fahrdrahtspannung und 15 kV Fahrdrahtspannung und 55 kV Fernleitungsspannung. Das jetzt im Betrieb befindliche Unterwerk Zirl (vergl. Karte Abb. 1) vermag bei Fertigstellung eines weiteren Teiles der Anlagen die Zugförderung bis Station Ötztal zu besorgen und besitzt zunächst 2, später 3 Transformatoren von je 1900 kVA Dauerleistung u. 7600 kVA Höchstleistung; gleiche Leistung erhält das nächste Unterwerk Roppen. Die beiden an den Steilrampen des Arlbergs liegenden Unterwerke Flirsch und Danöfen werden dagegen je 2, später je 4 Transformatoren von je 2400 kVA Dauer- und 9600 kVA Höchstleistung erhalten. Das Unterwerk Danöfen ist unmittelbar zusammengebaut mit dem zweiten Kraftwerk der Arlbergbahn, der Hochdruck-Speicheranlage Spullerseewerk von zunächst 3, im vollen Ausbau 6 Freistrahlturbinen von je 8000 PS. Maximalleistung bei rund 800 m Gefälle mit Generatoren für je 3000 kVA Dauer- und 7500 kVA Sechsminuten-Leistung.



Elektrischer Zug bei Telfs (Arlbergbahn) mit schwerer 1 C + C 1-Lokomotive.

In der Endstrecke schließen sich die beiden Unterwerke Feldkirchen und Lauterach an. Die Zentrale Spullerseewerk, die außerordentliche bauliche Schwierigkeiten durch den unwirtlichen Gebirgscharakter der bis auf 1800 m Seehöhe liegenden Baustellen (Stausee, Stollen und Wasserschloß) bietet, und die um ein Aggregat von 8000 PS. Leistung erweiterte Anlage des Ruetzwerkes sind unter sich und mit den Unterwerken durch eine hauptsächlich dem Schienenweg folgende 55 kV-Doppel-Leitung verbunden (Abb. 2), welche aus zwei Kupferseilen von je 50 qmm Querschnitt auf Hängeisolatoren und einem über die Mastspitzen verlegten Eisenseil gleichen Querschnittes als Erdungsseil besteht. Auf Grund der seit 1911 auf der Mittenwaldbahn gemachten guten Erfahrungen ist diese wichtige Speise- und Kupplungsleitung zwischen beiden Kraftwerken grundsätzlich nach den gleichen Gesichtspunkten wie dort gebaut worden.

Der interessanteste Teil ist wegen der sich entgegenstellenden außerordentlichen örtlichen und klimatischen Schwierigkeiten die Ueberschreitung des Arlberges in 2000 m Seehöhe (Abb. 3). Die heute noch bestehenden technischen Schwierigkeiten einer 55 kAV-Kabelleitung durch den Tunnel zwischen zwei Freileitungsstrecken, Rücksichten auf Schwachstromstörungen und die Kostenfrage ließen die Anlage einer Freileitung vorteilhafter erscheinen. Hierbei galt es vor allem, den zahlreichen Lawinenstraßen entweder auszuweichen oder sie mit bis zu 277 m weit gespannten Leitungsfeldern zu überspannen. Die Masten, mehrere Typen von eisernen Gittertürmen, mußten wie das sonstige Baumaterial für die zum Teil mächtigen Fundierungen teils durch Schrägaufzüge, teils im Winter mit Schlitten auf die Stapel- und Aufstellungsplätze geschafft (Abb. 4) und mit besonderen Montagegerüsten aufgestellt werden. Eine weitere Schwierigkeit bot die in solchen Höhen erheblich verringerte Durchschlagsfestigkeit der Luft, welche die Überschlagsspannung einer zum Beispiel viergliedrigen Isolatorenkette (Hänge-Isolatoren), die in 200 Meter Seehöhe 170 kV beträgt, auf 132 kV in 2090 Meter Höhe herabsetzt, nächst den erhöhten Beanspruchungen durch Winddruck und Eislast. Die Leitung besteht aus zwei 19drähtigen Bronzeseilen von 95 qmm Querschnitt mit 56 kg/qmm Bruchfestigkeit und einem über die Mastenköpfe gespannten 7drähtigen Stahlseil von 50 qmm Querschnitt, das hauptsächlich die gute Erdung der vielfach auf Fels fundierten Türme zu gewährleisten hat.

Das zunächst allein kraftliefernde Ruetzwerk[1]), das seit 1912 bis jetzt allein für die Mittenwaldbahn arbeitete, liegt am Ausgang des Stubaitales in das Silltal und nutzt den bei Fulpmes gefaßten Abfluß des Stubaier Gletscher mit einem Einzugsgebiet von 279 km² unter einem Netto-

[1]) Das Ruetz-Elektrizitätswerk der Mittenwalder Bahn. Von Ing. C. Reindl. Zeitschr. für das gesamte Turbinenwesen 1923, Heft 25—28. (Eingehende Beschreibung aller Anlagenteile.)

Digitized by Google

gefälle von 167 mm aus. Das Winter-Niedrigwasser beträgt 2,37 m³/Sek., das kleinste Niederwasser 1,9 m³/Sek., die 7monatige Betriebswassermenge beläuft sich auf 5 m³/Sek. Der wasserbauliche Teil der im Wesentlichen aus Grundwehr, Grobrechen und Streifwand, Feinrechen, zweiteiliger Einlaufschleuse und Schotterfang mit Grundablaß zwischen

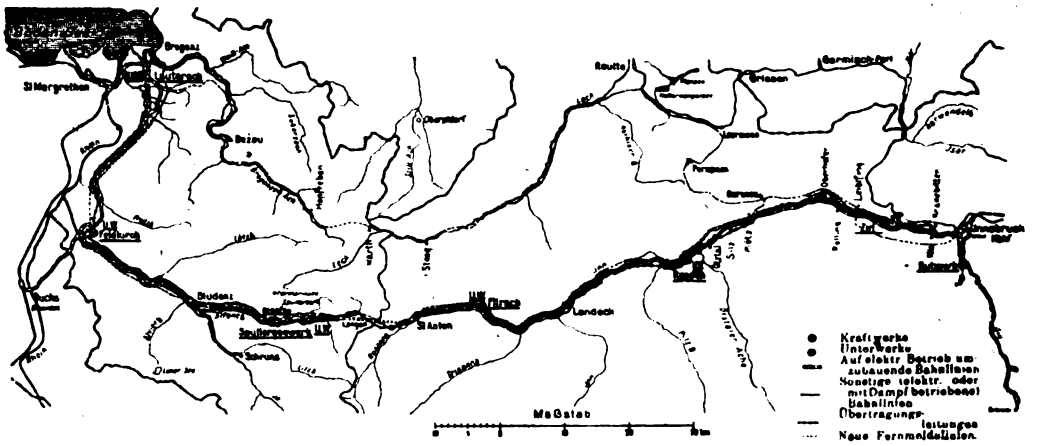


Abbildung 1. Übersicht der Eisenbahnlinien westlich von Innsbruck.

den Rechen nebst dem anschließenden 6,2 km langen Zulaufgerinne und Wasserschloß besteht, ist jedoch für 6 m³/Sek. ausgeführt mit Rücksicht auf die von Anfang an vorgesehene Möglichkeit, durch Einbau einer 12 m hohen Sperre an der Wasserfassung einen Speicherraum von 0,5 Millionen m³ gewinnen zu können. Hinter dem Einlaufbauwerk ist ein Klärbecken mit 40 m langem Ueberfall zum Umlaufkanal hin dem Kanal vorgelegt zur

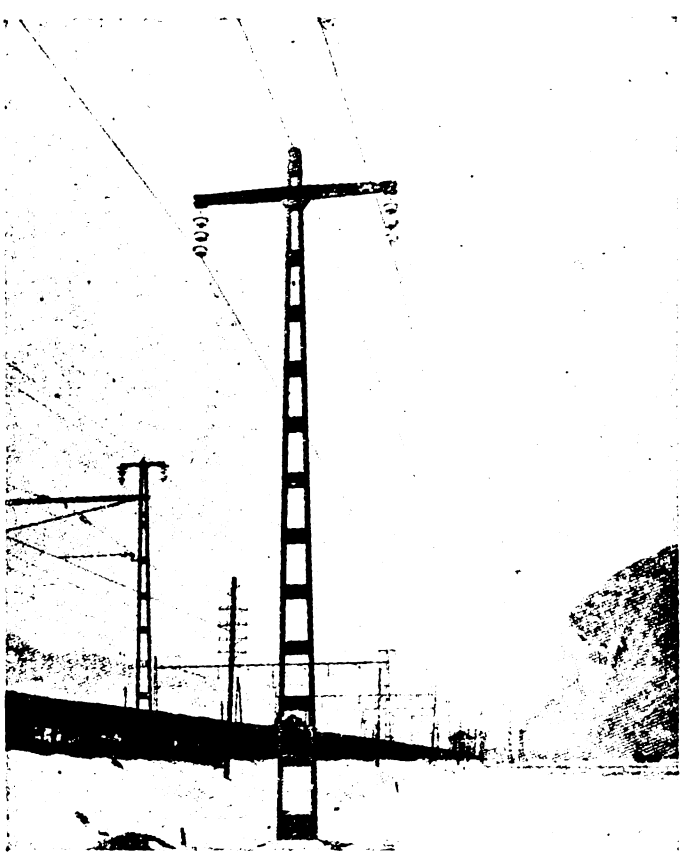


Abbildung 2. Verbindungsleitung für 75 kV und Fahrleitung bei der Martinswand.

Reinigung des Gletscherwassers von dem zeitweilig mitgeführten feinen Quarzsand. In dem 52 m langen, 12 m breiten und 2—3 m tiefen Becken fällt der Sand infolge der zweimaligen Aenderung der Strömungsrichtung und der Geschwindigkeitsabnahme aus und kann nach Oeffnen der Kopfschleuse des Umgehungskanals und Abschluß des Klärbeckens sowie nach dessen Entleerung von Hand aus dem trockengelegten Bassin entfernt werden.

Die Zuleitung von der Wasserfassung zum Wasserschloß ist fast durchwegs als Stollen geführt. Das erste Stück läuft auf der linken Talseite, der Ruetzbach wird dann auf einem 152 m langen und 15 m hohen Aquadukt übersetzt, an welchen sich unmittelbar ein zum Teil Moränenschutt und zum Teil Pyhilite durchfahrender rund 5,9 km langer Stollen anschließt, dessen Bau stellenweise durch Wasserandrang sehr erschwert war. Gleich hinter der Wasserfassung war aus diesem Grunde die Aufgabe der vorgesehenen Trasse und die Anlage eines 200 m langen Aquaduktes z. T. auf Pfahlgründung nötig. Zwischen km 2,4 und 2,6 im Schwimmgebirge mußte der Stollen als überwölbter Einschnitt auf Pfahlgründung geführt werden. Das Stollenprofil zeigt durchwegs 1,50 m Breite bei 2,20 m Scheitelhöhe und ist dem durchfahrenen Gebirge entsprechend mit einer Betonauskleidung von 0,15 bis 0,60 m Stärke versehen. Etwa alle 1000 m sind Einsteigschächte vorgesehen, die beim Bau als Förderschächte und im Betrieb als Entlüftungsschächte und zur Einleitung von kleineren Wasserläufen dienen. An mehreren Stellen sind kurze Querstollen mit eisernen Verschlüssen als Entleerungsmöglichkeiten angebracht. Bei km 6,5 tritt der Stollen wieder im Zug der Ruetzbach-Schlucht zutage und endet in einem offen am Abhang angelegten Wasserschloß von ursprünglich 85 m Länge (Abb. 5 und 6). Der ursprüngliche Teil desselben mit einem Fassungsraum von 3000 cbm nutzte eine schmale Geländestufe aus und ist in der Abbildung links sichtbar, von ihm durch eine Ueberfallmauer getrennt an der Außenseite das Sammelbecken des Ueberwassers, von dem der Leerschuß abzweigt (Abb. 7 rechts).

Der obere Teil des Leerlaufes ist als glattes Gerinne und Betonmauerwerk mit Lärchenholzverkleidung ausgeführt, während das untere Ende in festen Felsen ausgesprengt ist. In den Leerlauf mündet ferner eine Sandablaß-Schleuse, gegen welche das feine Geschiebe durch eine Schwelle vor dem Feinrechen hingewiesen wird. Am Kopf des Behälters sind die durch Schützen verschließbaren Einläufe für zwei Druckrohrleitungen einbetoniert.

Am rückwärtigen Ende des Behälters ist ein rund 32 m langer Ueberfall eingebaut; der hinter diesem gebildeté, durch eine Schleuse auch aus dem Wasserschloß unmittelbar zu speisende Behälter steht durch einen 230,43 m langen Stollen direkt mit dem Wasserschloß des Sillwerkes in Verbindung. Am Ruetzwerk-Wasserschloß ist derselbe durch eine Schleuse schließbar, im Einsteigschacht des

Digitized by Google

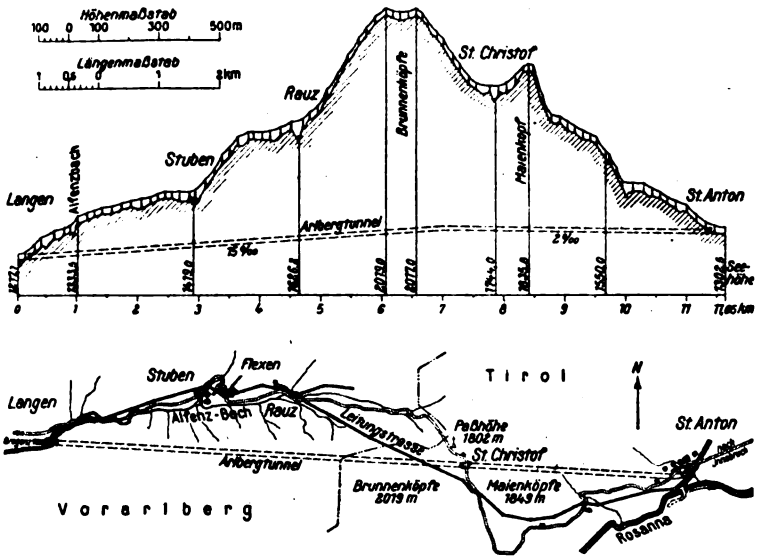


Abbildung 3. Hochspannungsleitung über den Arlberg.

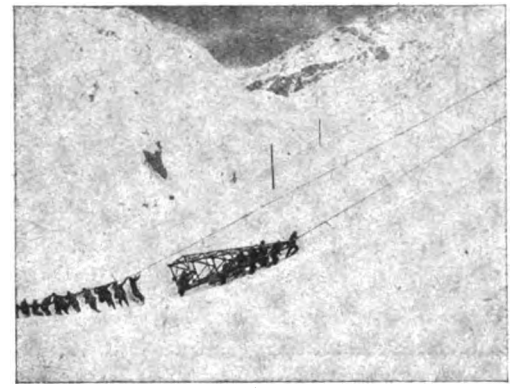


Abb. 4. Transport eines Mastes zum Aufstellungsplatz (Arlberg).

völlig unterirdisch angelegten Sillwerk-Wasserschlosses dient eine weitere Schleuse zur Absperrung.

Durch diese Verbindung ist eine unbeschränkte gegenseitige Aushilfsmöglichkeit beider Werke geschaffen, die in Anbetracht der langen Stollen (Ruetzwerk-Stollen rund 6 km, Sillwerk-Stollen rund 8 km) von größter Wichtigkeit ist; sie ergab sich aus dem günstigen Umstande, daß alle einzelnen Anlageteile der beiden Werke fast auf den gleichen Höhenknoten liegen und die Wasserschlösser nur durch einen schmalen Hügel-Rücken, der den Ruetzbach am Ausgang des Stubai-Tales noch ein Stück weit von der Vereinigung mit der Sill abdrängt, getrennt sind.

Für die Erweiterung dieses Wasserschlosses um 4000 m³ waren folgende Leitsätze aufgestellt worden.

1. Beide Becken sind so auszugestalten, daß jedes für sich — allein und unabhängig vom anderen — für den Werksbetrieb verwendet bzw. abgeschaltet werden könne, doch sind auch solche Einrichtungen zu treffen, daß beide Becken gemeinsam zum Werksbetriebe herangezogen werden können.

2. Die hydraulische Verbindung des Ruetzwerkes mit dem Wasserschlosse des Sillwerkes ist aufrecht zu erhalten und es darf die bestehende Verbindung des gegenwärtigen Reservoirs nicht beeinträchtigt werden; der neue Reservoirteil muß gleichfalls an diese hydraulische Verbindung angeschlossen werden.

Diese Bedingungen machten es notwendig, daß die Wasserzuführung zum neuen Becken durch ein besonderes, vom Zulaufsoberwasserstollen abzweigendes Gerinne (Umlaufkanal) bewerkstelligt und der bestehende Behälter am östlichen Ende durch den Einbau von Schützen zu einer gemeinsamen Rohreinlaufkammer (in Abb. 5 in der Mitte) umgestaltet werden mußte; sodann war es weiter auch notwendig, das neue Becken selbständig für das Abschleusen der Überschußwässer ausgestattet werde.

Bei der Bauausführung wurde zunächst der neue Behälter (Abb. 5 rechts) sowie das Umlaufgerinne vollständig unbehindert und im Trockenen hergestellt; bei der darauffolgenden Umgestaltung der Rohreinlaufkammer, beim Einbau der notwendigen Schützen in den bestehenden Behälter sowie bei der Herstellung der erforderlichen Anschlüsse wurde bald das neue, bald das alte Becken verwendet und hierbei je nach Erfordernis entweder mit Ruetz- oder mit Sillwasser gearbeitet. Die dadurch möglichen Betriebskombinationen bedeuteten eine wesentliche Erleichterung der baulichen Umgestaltungsarbeiten.

Für die Abfuhr der Ueberschußwässer wurde im neuen Behälter ein Saug-(Heber-)überfall hergestellt, der 4 Elemente von je 0,50 × 0,95 m Fläche in gemeinsamer Kammer umfaßt; die Ueberfallskante dieser Elemente ist je um 1 cm gestaffelt, so daß ein gleichzeitiges Anspringen aller 4 Oeffnungen vermieden und ein ruhigerer Betrieb des Hebers erzielt wird. Der Saugüberfall mündet mit Hilfe einer unter der Sohle des bestehenden Beckens hindurchgehenden Rohrleitung von 1000 mm Lichtweite in den alten Leerschuß.

Die Leistung des Hebers wurde nach der Formel $Q = \mu \cdot F \cdot \sqrt{2 g h}$ berechnet, wobei $\mu = 0{,}5$ angenommen wurde. Bei der Erprobung wurden bei einer Wasserführung von etwa 3 m³/Sek. 2 Oeffnungen wasserdicht abgeschlossen und es haben die beiden übrigen Elemente die Ueberschußwässer anstandslos abgeführt.

Die neue Druckrohrleitung ist in 4 m Abstand parallel zur bestehenden Rohrleitung verlegt und hat wie diese im Längenschnitt 5 Knickpunkte bzw. Krümmer, durch die sie in 6 Teilstrecken zerlegt wird; im horizontalen Sinne verläuft sie indes vollkommen gerade. Die ersten fünf Teilstrecken liegen in der Steillehne eingebettet, die unterste Strecke verläuft horizontal entlang der westlichen

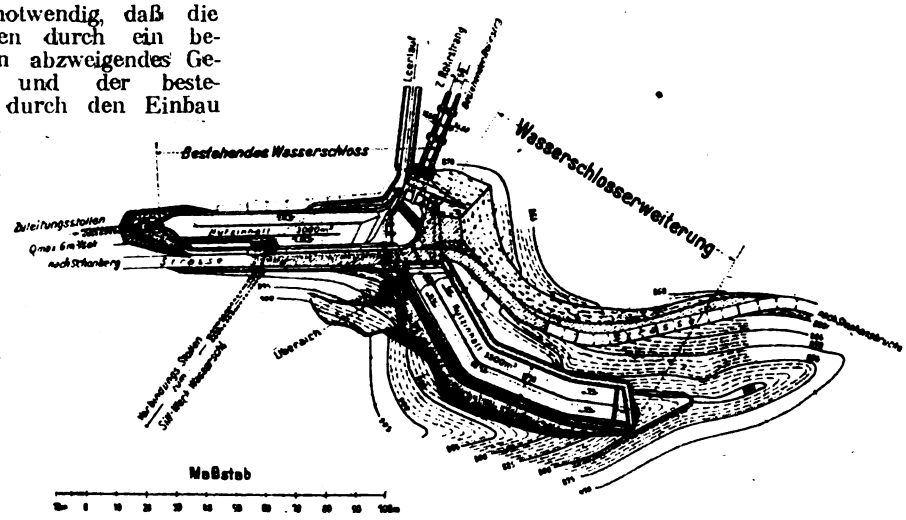


Abbildung 5. Erweiterung des Wasserschlosses des Ruetzwerkes.

Digitized by Google

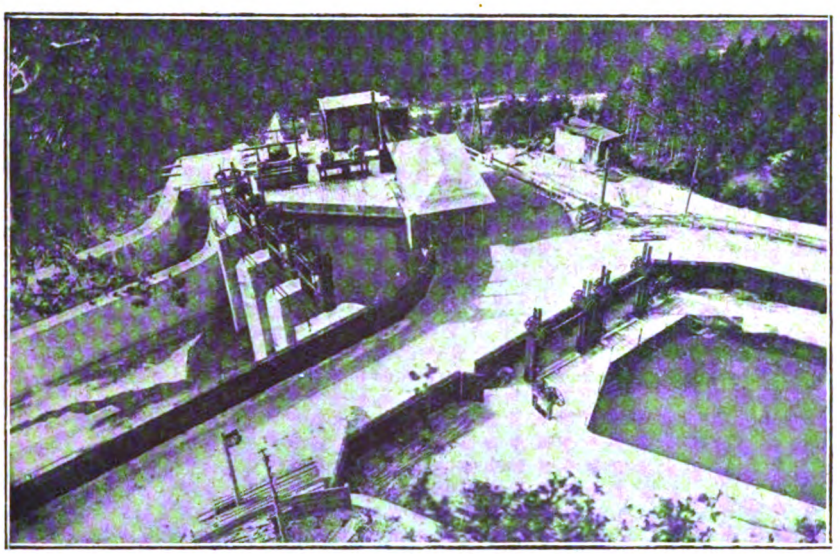


Abbildung 6. Wasserschloß des Ruetzwerkes, von oben gesehen.

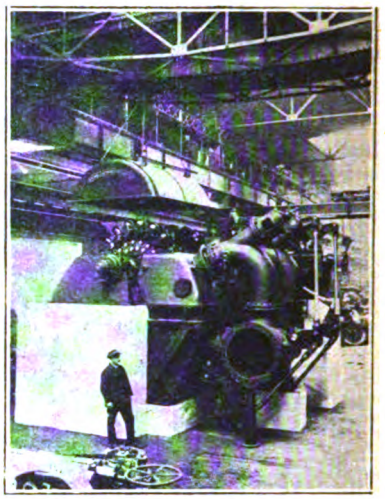


Abb. 10. Neue Turbine von 8300 PS für das Ruetzwerk.

Schmalseite des Krafthauses. An den Knickpunkten der Leitung sind die Betonfestpunkte der bestehenden Rohrleitung entsprechend verbreitert worden.

Die Rohrleitung Abb. 7 ist 356 m lang und für 176 m Wassersäule bemessen; sie besteht — im Gegensatze zur altbestehenden geschweißten Leitung — aus genieteten Flußeisen-Rohren von je 8 m Länge; die Blechstärke steigt von 8—20 mm. Die Nietung gelangte in den Zonen bis 6,7 Atm. Druck (10 mm Blechstärke) als doppelte Ueberlappungsnietung, in den Zonen über 6,7—9,7 Atm. (13 mm Blechstärke) als dreifache Ueberlappungsnietung und in den restlichen Zonen über 9,7—18 Atm. Druck (20 mm Blechstärke) als verjüngte doppelte Laschennietung (Schiffsnietung) zur Ausführung.

Im Wasserschloß war für die zweite Druckrohrleitung schon gelegentlich der Legung des ersten Rohrstranges ein konischer Rohrstutzen einbetoniert und mit einem Blindflansch abgeschlossen worden, so daß der Anschluß der neuen Rohrleitung an das Reservoir keinen Schwierigkeiten begegnete. Im letzten Drittel der 1., bis zum Krümmer I reichenden Teilstrecke findet der Uebergang zwischen 1450 und 1350 mm Durchmesser statt.

Die Teilstrecken (1, 3 und 5) beginnen jeweilig mit einem Stopfbüchsenrohr, an das stets ein Mannlochstutzen angeschlossen ist. Die dazwischen liegenden Flachstrecken 2 und 4 besitzen keine Längenausgleichseinrichtungen, ihre Rundnähte sind der höheren Beanspruchung angepaßt und daher doppelreihig ausgeführt. Etwa in der Mitte der Teilstrecke 4 findet der Übergang von 1350 auf 1250 mm Durchmesser mittelst eines langen konischen Stutzens statt.

Die Teilstrecke 6 ist rund 30,5 m lang, horizontal, und hat 1250 mm Durchmesser, sie ist mit einem Flanschenanschluß für die Entleerungsrohrleitung versehen. Diese letzte Rohrleitungsstrecke führt mit einem langen Krümmer und konischem Uebergange auf 900 mm Weite zur Turbine.

Die Vernietung sowie die Verstemmung der Nietnähte erfolgten hydraulisch.

Das Gewicht der von der Lokomotivfabrik Kraus & Co. in Linz (Posseltwerke) gelieferten Rohrleitung beträgt rund 205 t Eisen, das der Wasserfüllung 503 t, so daß das Gesamtgewicht rund 708 t ausmacht[2]).

Die Rohreinlaufschützen im Wasserschlosse sind für Fernbetätigung mit elektrischer Auslösung durch Hubmagnete ausgestattet worden, welche Auslösung von der Bedienungsschalttafel aus betätigt werden kann.

Im Wasserschloß wurde außerdem noch eine Wasserstands-Fernmeldungsanlage mit kontinuierlicher Anzeige des Wasserstandes in das Kraftwerk aufgestellt.

Das Maschinenhaus (Abb. 8 und 9) des von Anfang an für 3 Maschinensätze von je 4000 PS. ausgeführten, mit bisher 2 Sätzen ausgerüsteten Kraftwerkes enthält einen geräumigen Maschinensaal von 16,40 m Breite, 18,20 m Länge und 10 m Höhe bis zum Dachgesimse. Der Dachstuhl ist mit freiliegenden Holzbindern und Holzverschalung ausgeführt. Das Maschinenhaus wird von einem Laufkran von 45 t Tragfähigkeit überspannt. Vor der Schaltanlage ist ein 1,20 m hohes Podium vorgebaut.

[2]) Für die Beschreibung der wasserbaulichen Aenderungen und für Abb. 6 danken wir Herrn Ministerialrat Kargl, Wien.

Abbildung 7. Ruetzwerk, (Ansicht).

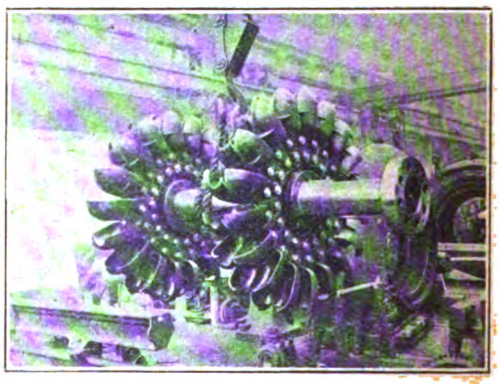


Abbildung 11. Laufräder mit Welle.

Digitized by Google

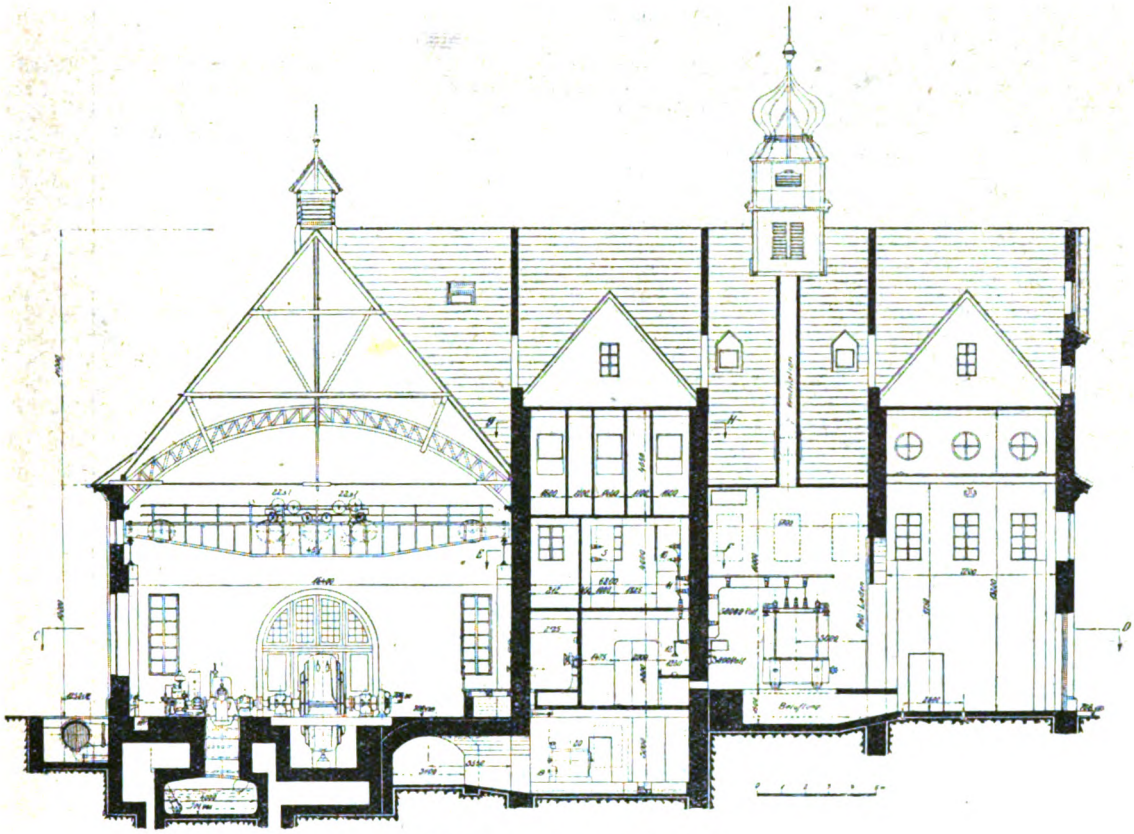


Abbildung 8. Ruetzwerk, Querschnitt.

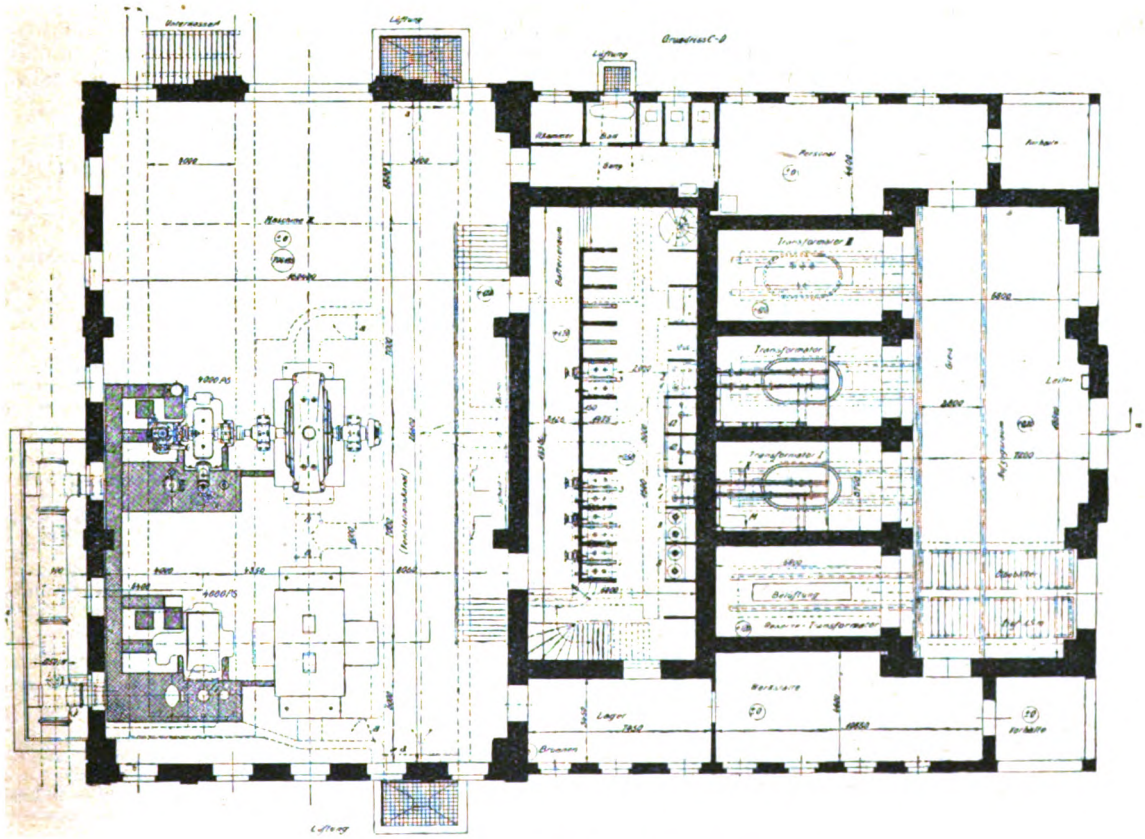


Abbildung 9. Ruetzwerk, Grundriß.

Digitized by Google

Unter dem Maschinenraum zieht sich ein geräumiger Ventilations- und Kabelkanal hin, der an beiden Enden in Schächten ins Freie mündet und durch begehbare Abzweige mit den Fundamentgruben der Generatoren in Verbindung steht. Der Eingang erfolgt vom Schalthaus-Keller aus.

An die Maschinenhalle stößt ein dreistöckiger unterkellerter Schalthausbau an, der im Untergeschoß einen Akkumulatorenraum enthält und dessen obere Geschosse durch Eisenbeton-Trennwände in die einzelnen zur Aufnahme der Hochspannungs-Apparate dienenden Kammern und die Bedienungsgänge geschieden sind. Zu beiden Seiten sind demselben und dem anschließenden Transformatorenraum ebenerdige Vorbauten zur Aufnahme einer Werkstatt mit Magazin sowie von Bädern und Personalräumen, Oelmagazin und Aborten vorgelegt. Das Transformatorenhaus enthält vier bis zum Dache durchgehende, durch Steinwände voneinander getrennte und nach vorne mit eisernen Rolläden verschließbare Transformatoren-Kammern, welche durch Kanäle von unten belüftet und durch den Dachreiter entlüftet werden. Dem Transformatorenhaus ist eine 7,20 m breite und 13,20 m hohe Aufzugshalle mit elektrischer Laufwinde angebaut. Im Boden sind zwei Behälter aus Kesselblech von je 126 cbm Fassungsraum in betonierten Gruben vorgesehen, welche zum Auskochen des Transformatorenöls mittels Widerstandsheizung dienen.

Bisher waren in der Zentrale zwei Generatoren aufgestellt, welche durch Hochdruck-Freistrahl-Turbinen von J. M. Voith, St. Pölten, angetrieben werden.

Die Turbinen sind für ein Nettogefälle von 169 m bei 300 Umdr./min und für eine Ueberlastung bis zu 4000 PS. bemessen. Jede Turbine besitzt ein Laufrad, welches durch zwei Nadel-Düsen beaufschlagt wird. Die Turbinenwelle ruht in 2 an dem gußeisernen Gehäuse seitlich angebauten Ringschmierlagern, von welchen das eine als Kammerlager ausgebildet ist und die axiale Führung der Welle besorgt. Beide Lager sind zur Vorsicht mit Wasserkühlung der Lagerschalen versehen.

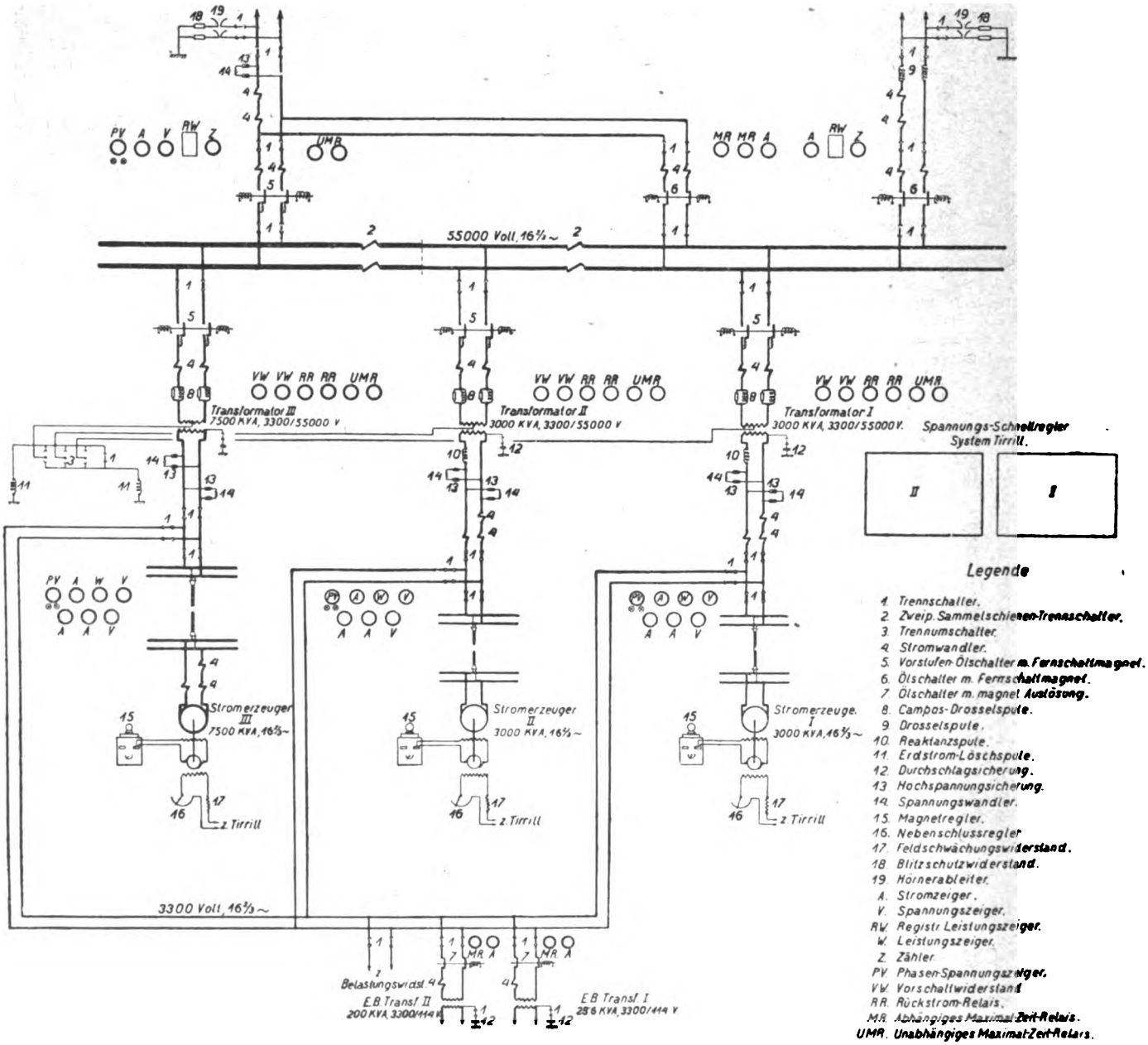


Abbildung 12. Schaltplan des Ruetzwerkes im vollen Ausbau.

Digitized by Google

Turbinen- und Generatorwelle sind mittels angeschmiedeter Kuppelflanschen starr verbunden. Die Laufräder sind aus S. M. Stahlguß mit einem Strahlkreis-Durchmesser von 1575 mm ausgeführt, die 18 Schaufeln aus Stahl sehr kräftig bemessen und sorgfältig geschliffen und poliert. Jede Schaufel ist durch zwei in ausgeriebene Löcher stramm eingepaßte Flußstahl-Bolzen mit zwei Lappen, welche die Nabenscheibe umgreifen, befestigt. Die Düsen aus Stahl besitzen kreisrunden Querschnitt und Nadelregulierung. Zum Schutze gegen das aus dem Laufrad austretende Wasser sind die Wandungen des Ablaufschachtes unter der Turbine mit Stahlblech gepanzert. Über dem Unterwasser-Kanal ist ein begehbarer Rost eingebaut, um eine Besichtigung des Turbineninnern durch einen seitlichen Einsteigschacht zu ermöglichen.

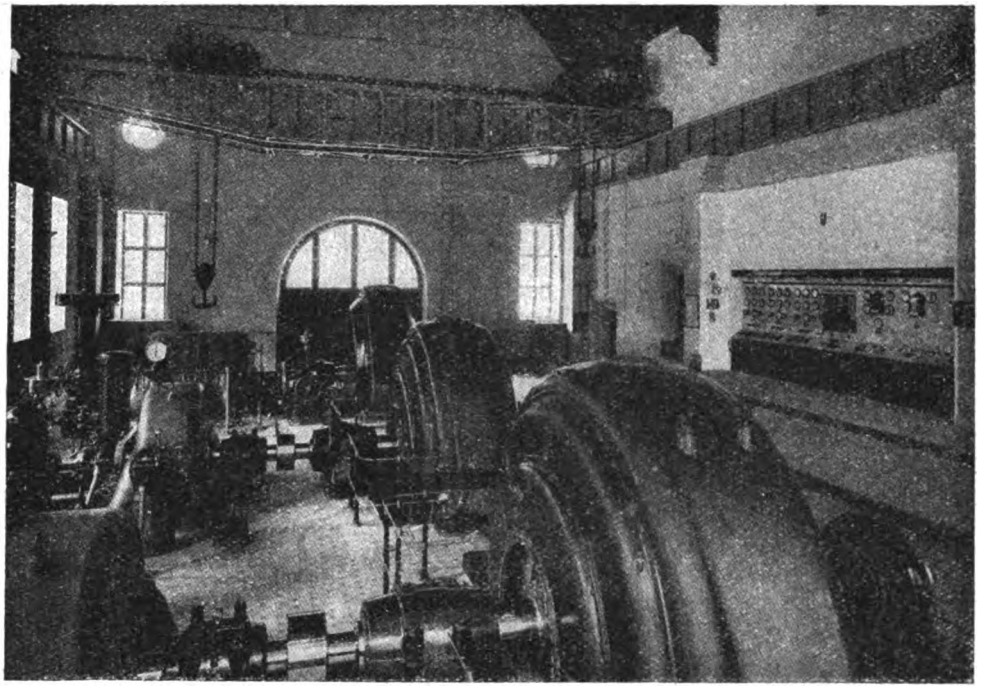


Abb. 13. Ruetzwerk, Inneres (im Hintergrund neuer Maschinensatz)

Für den Abschluß gegen die den beiden Turbinen gemeinschaftliche Druckrohrleitung ist jeder Turbine ein Absperrschieber aus Stahlguß von 700 mm l. W. mit hydraulischer Betätigung vorgeschaltet. Die Steuerung des Schiebers erfolgt durch ein mit dem Drucköl der Reglerpumpen betätigtes Steuerventil.

Für die Regulierung der Turbinen dienen hydraulische Geschwindigkeits-Regulatoren, deren Pendel durch direkt auf dem Wellenende der Turbinen sitzende Kegelräder angetrieben werden.

Die Schlußzeit des Reglers beträgt 1—2 Sekunden, kann aber nach Bedarf auch vergrößert werden.

Zur Unterstützung der Regulatoren und um schädliche Drucksteigerungen in der Rohrleitung zu vermeiden, sind Nebenauslässe unmittelbar am Düsenstock angebaut, welche zwangsläufig mit den Geschwindigkeitsregulatoren von der zweiten Regulierwelle aus gesteuert werden.

Das Drucköl für die Regulatoren und für die erwähnten hydraulischen Absperrschieber wird von riemengetriebenen Rotationspumpen mit Windkesseln und Ueberströmventilen geliefert. Jede Turbine besitzt ihre eigene Pumpe, jedoch sind beide zur Sicherheit durch eine gemeinsame Oelleitung miteinander verbunden. Außerdem ist die Möglichkeit geboten, die Oeldruckpumpe der Turbine I durch die Turbine II anzutreiben und umgekehrt.

Die neu aufgestellte Turbine (Abb. 10) hat die doppelte Leistung, nämlich 8000 PS. Spitzenleistung bei 6580 PS. Normalleistung, erhalten und ist als Doppelturbine mit 2 Laufrädern in gemeinsamem Gehäuse gebaut, deren jedes von 2 Düsen beaufschlagt wird. Die Drehzahl beträgt 333, der höchste Wasserverbrauch 4360 l/Sek. Die Regulierung ist als Doppelregulierung ausgeführt mit bei Entlastung plötzlich bewegtem Ablenker und langsam nacheilender Nadel. Jedes Laufrad (Abb. 11) besitzt 18 angeschraubte und gegeneinander verkeilte Stahlguß-Schaufeln mit schwach konischen satt sitzenden Schraubenschäften, im Uebrigen ist die Ausführung ähnlich den früheren Turbinen bis auf die erwähnte Doppelregulierung anstelle der dortigen Nebenauslässe, womit eben die seit Erbauung der ersten Turbinen gemachten techn. Fortschritte berücksichtigt sind.[3]

Die elektrische Ausrüstung des ersten Ausbaues war nur für den Betrieb der Mittenwaldbahnlinien (Garmisch—Griessen—Reutte und Garmisch—Innsbruck) geplant und nimmt den rechten Teil des generellen Schaltplanes (Abb. 12) (Generatoren I und II) ein. Jede Turbine ist mit einem Einphasengenerator von 3000 kVA Normal- und 4500 kVA Höchstleistung bei 3000 V Spannung und ursprünglich 15 Per./Sek. gekuppelt, der entspr. der Drehzahl 6 polig ausgeführt ist.

Die Wicklung des Ständers ist aus massivem Flachkupfer hergestellt und an den Spulenköpfen gegen die Preßplatten mehrfach versteift. Die Generatoren ventilieren sich selbst und sind durch mehrteilige gußeiserne Seitenschilder geschlossen. Flügel saugen die Luft beiderseits durch ringförmige Eintrittsöffnungen um die Welle an und blasen dieselbe durch Polrad und Ständerwicklung nach unten in die im Grundriß (Fig. 9) ersichtlichen Ventilationskanäle, welche in den Hauptkanal einmünden, sowie dieser selbst sind durch eiserne Klappen bzw. Türen regulierbar, so daß die ausgeblasene warme Luft entweder durch die Schächte an den Stirnseiten des Maschinenhauses ins Freie oder im Winter in beliebiger Menge zur Beheizung in die Maschinenhalle geführt werden kann. Die Lager der Generatoren sind mit Wasserkühlung durch in den Oelkammern liegende Rohre versehen und besitzen gleichfalls sichtbaren Wasserablauf. An jedem Generator ist eine Erregermaschine von 50 kW Leistung bei 150 Volt angebaut. Das Schwungmoment der Polräder beträgt 98 000 kgm².

Zur Erhöhung der Spannung von 3000 auf 50 000 Volt sind 2 Oeltransformatoren mit einer normalen Leistung von je 1800 kVA, überlastbar auf je 4500 kVA, mit in das Oel eingehängten Kühlschlangen vorhanden.

Jeder Generator bildet mit seinem Transformator eine untrennbare Einheit; im Transformatorenhaus ist eine Zelle für einen Reserve-Transformator vorgesehen. Die Transformatoren können auf Rollen aus ihren Zellen auf einen Wagen herausgefahren werden, der auf Schienen durch den ganzen Aufzugsraum läuft. Das Füllen und Entleeren der Oelkessel geschieht durch eine fahrbare Oelpumpe mit elektrischem Antrieb und fest verlegte Rohrleitungen.

Von den Transformatoren her gelangt der Strom durch die ausfahrbaren Generator-Oelschalter und dann durch Trennschalter im ersten Stockwerk in die Generator-Sammelschienen.

Die Oelschalter für 50 000 Volt sind 2polig in gesonderten Oelkesseln ausgeführt, besitzen Maximal- und Rückstrom-Auslösung und sind von der Schaltwand im Maschi-

[3]) Im Grundriß Abb. 9 ist der neue dritte Maschinensatz noch nicht eingezeichnet, die Pläne Abb. 8 und 9 zeigen den ersten Ausbau. Am baulichen Teil sind besondere Veränderungen auch nicht eingetreten.

Digitized by Google

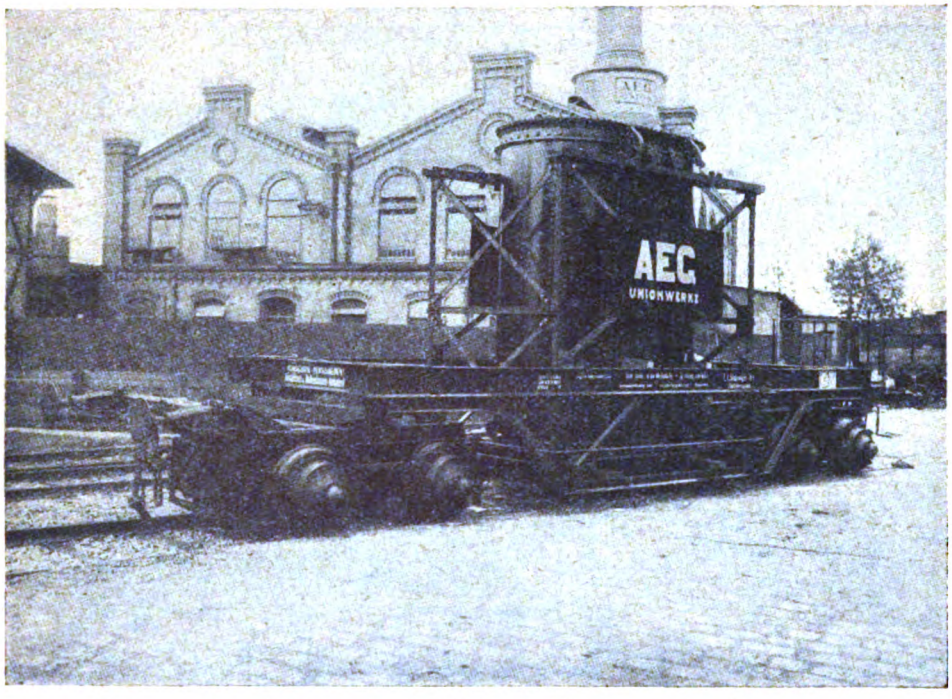


Abbildung 14. Spezial-Tiefgangwagen für Schienen- und Strassenfahrt eines Gigant-Lastzuges.

nenhaus durch Fernschalter mit Signallampen sowie vom Bedienungsgang im Schalthaus von Hand sichtbar.

Zur Spannungsregulierung der Generatoren dienen Schnellregler der Bauart Tirrill, welcher auf die beiden vorhandenen Generatoren sowie auf die dritte Maschine umschaltbar ist.

Hierzu trat nun der Generator III von 5000 kVA Dauer- und 7500 kVA Spitzenleistung während 6 Minuten für 3000 V bei $16^2/_3$ Per. nebst seinem Transformator von 4000 kVA Dauer- und 7500 kVA Sechsminutenleistung, letzterer mit einem Gesamtgewicht, ohne Oel, von 22 t, einem Oelinhalt von 8700 l und $4^1/_2$ m Höhe. Der Generator besitzt ein zweiteiliges als Kastenträger ausgebildetes Gehäuse, dessen Unterteil einen angegossnn stutznförmigen Ansatz für die Entlüftung trägt. Die Ständerwicklung ist eine Stabwicklung mit sog. verdrillten Stäben zur Verringerung der Wirbelstromverluste. Der Läufer besitzt 6 Pole mit Rippenspulen, wobei zur besseren Wärmeabfuhr ein Teil der hochkant gewickelten Windungen über die übrigen Windungen vorsteht, und besitzt ein GD^2 von von 136 tm^2 bei 45 t Gewicht, während das Gesamtgewicht des Generators rund 106 t beträgt. Die Kühlluft von 800 cbm/Min. wird durch angebaute Ventilatorflügel aus dem Maschinenraum angesaugt und in den gemeinsamen Warmluftkanal gedrückt.

In der Schaltanlage mußte die Möglichkeit geschaffen werden, jede Maschine mit der früheren (rechten in Abb. 12) Mittenwaldbahnleitung sowie auch mit der neuen (linken) Arlbergleitung verbinden zu können, wie ebenso die Eigenbedarfsanlage (im Schema unten, „E. B. Transf.") auf jede der 3 Maschinen geschaltet werden muß. Hierzu war der Einbau einer besonderen Hilfssammelschiene für 3000 V im Keller nötig. Außerdem wurde zur Durchführung der Uebernahmeversuche ein durch Veränderung der Wasserspiegelhöhe regelbarer Wasserwiderstand mit vorgeschaltetem Oelschalter an diese Hilfsschienen angeschlossen.

Für die Fernleitung sind im ersten Stockwerk des Schalthauses besondere Sammelschienen vorgesehen. Die Verbindung zwischen diesen und den Generatorschienen wird durch zweipolige Oel-Ausschalter mit einstellbarer Zeitauslösung hergestellt, deren Handantriebe gleichfalls im Bedienungsgang liegen. Von der Schaltwand aus können dieselben durch Druckknöpfe ausgelöst werden.

Die Ausführung der Fernleitung und der Blitzschutz sind im oberen Geschoß angeordnet. Die Speiseleitung ist dreidrähtig ausgeführt, sodaß jeder Draht auf einen der beiden Pole geschaltet werden kann und demnach eine wenigstens teilweise Reserve durch den einen stets frei bleibenden Draht vorhanden ist.

Hinter den Trennschaltern sind Drosselspulen zum Schutz gegen das Eindringen von schwingenden Überspannungen eingebaut. Als Blitzschutz dienen je 3 hinter einander geschaltete Hörnerableiter mit parallellen Wasserwiderständen. Die drei Blitzschutz-Systeme sind, jeder für sich, in geschlossene Gänge eingebaut.

Alle eine gelegentliche Wartung erfordernden Teile, wie Ölschalter und Wasserstrahlerder, sind im Erdgeschoß vereinigt und durch einen breiten, nach beiden Seiten offenen Gang zugänglich. Die Schalter-Handantriebe und Relais sind in einer vorgebauten Bedienungsgalerie angebracht. Die Bedienungsschaltwand (Fig. 13) ist mit Fliesen verkleidet, auf welche die Apparate aufmontiert sind. Die nrsten drei Felder sind Generatorfelder, dann folgt ein Feld für die Tirrillregler und die Felder für die Linienschalter. Zur Versorgung des Bedarfes der Zentrale pfient eine eigene Gleichstromanlage, welche im Kellergeschoß untergebracht ist. Von der 3000 Volt-Seite jeder Maschine ist vor allen übrigen Apparaten die Hilfsschiene abgezweigt. Ein Umformer, bestehend aus einem Einphasenmotor mit zugehörigem Transformator und einer direkt gekuppelten Gleichstrommaschine von 15 KW Leistung, versorgt mit einer Akkumulatorenbatterie die Beleuchtung von Zentrale und Wohngebäude sowie die sämtlichen Betätigungs- und Signalstromkreise mit Gleichstrom von 110 Volt. Hierzu ist noch ein Transformator von 200 KVA für die Vergrößerung der Eigenanlage duerch Erbauung zweier neuer Dienstwohngebäude zu den früheren hinzu, für elektrische Heizung usw. gekommen.

Kennzeichnend für den Fortschritt der Technik in der Zeit von 1912 bis heute ist es, daß auf den gleichen Raum, den damals ein Maschinensatz von 4000 PS Höchstleistung einnahm und in die unveränderte Zelle eines Transformators dieser damaligen Leistung (Abb. 9) heute ein Aggregat von genau doppelter Leistung gestellt werden kann. Nur die Turbine (Abb. 13) nimmt als Doppelturbine eine wesentlich größere axiale Länge ein, welche aber nicht hindert, daß der neue Generator doch im Mittel der früheren Maschinen steht. Die Schalttafel ist, einerseits mit Rücksicht auf die vorhandene Raumeinteilung und dann wohl auch mit Rücksicht auf Personalersparnis, entgegen den neuesten Ausführungen im Maschinenhause selbst belassen worden. Interessante Einzelheiten bot auch beim Ausbau des Ruetzwerkes ebenso wie schon eingangs gelegentlich des Leistungsbaues erwähnt war, die Transportfrage der schweren Stücke in dem dortigen Gebirgsgelände. Es kamen Einzelteile mit bis zu 25 t Stückgewicht in Frage, welche von der Fabrik der A. E. G.-Union in Wien nach dem Kraftwerk zu verbringen waren. Seitens des Elektrisierungsamtes der österr. Bundesbahnen war hiefür einer der schon im Krieg bewährten benzin-elektrischen Spezialzüge (Austro-Daimler) zur Verfügung gestellt worden, welcher aus einem sowohl auf Schienen wie auf der Straße nach geringen Umstellungsarbeiten verwendbaren, vierachsigen Tiefgangwagen mit elektrischen Einzelachsen-Antrieb und einem ebenfalls durch Elektromotoren getriebenen Maschinenwagen besteht, von dem aus auch die Steuerung des Anhängewagens erfolgt (Abb. 14). Die schweren Maschinenteile

Digitized by Google

wurden von Wien bis zur Station Matrei am Brenner auf dem als gewöhnlichen Bahnwagen in Güterzügen mitlaufenden Anhängewagen geführt, dort wurde der Wagen durch Auswechslung der Radsätze auf Straßenfahrt mit elektrischem Antrieb umgestellt und auf der zum Teil erhebliche Steigungen aufweisenden Brennerstraße durch den Maschinenwagen bis Stefansbrücke und auf einer Nebenstraße weiter zum Werk geführt. Zum Vergleich sei bemerkt, daß beim ersten Ausbau des Werkes die Maschinenteile für die halbe Leistung mit Gespannen von bis zu 24 Pferden auf der Axe transportiert werden mußten. — Mit Hilfe des benzin-elektrischen Lastenzuges wurden die Teile bis unmittelbar unter den Laufkrahn des Maschinenhauses gebracht.

Am 23. Juli 1920 hatte die Nationalversammlung die Elektrisierung der Hauptlinien der österr. Bundesbahnen, darunter im ersten Ausbau der Arlbergbahn, beschlossen. Drei Jahre später schon ist der elektrische Zugbetrieb auf der ersten Teilstrecke aufgenommen worden und sind weitere wichtige Bauteile trotz der in keinem Vergleich mit unseren Verhältnissen stehenden klimatischen und Transport-Schwierigkeiten in Seehöhen bis 2000 m und weitab von Straßen und Bahnen weit fortgeschritten, wobei noch zu bedenken ist, daß die wirtschaftlichen Verhältnisse in Deutsch-Oesterreich lange Zeit wesentlich ungünstiger lagen als bei uns. Der Tatkraft des Elektrisierungsamtes wie aller beteiligten Firmen und Personen gedenkt daher mit Recht das von der A. E. G.-Union Elektrizitätsgesellschaft in Wien herausgegebene, den Festgästen gewidmete Erinnerungsheft in einem „Gedenkblatt", das im erfreulichen Gegensatz zu vielfachen Gepflogenheiten die Namen der Hauptbeteiligten festhält:

Direktor des Elektrisierungsamtes Sektionschef Ing. Paul Dittes und seine Mitarbeiter: stellv. Direktor Ministerialrat Ing. Hugo Luithlen, stellv. Direktor Ministerialrat Ing. Gustav Huber, Ministerialrat Dr. Karl Allgäuer, Ministerialrat Dr.-ing. Arthur Hruschka, Ministerialrat Ing. Robert Meixner, Ministerialrat Ing. Rudolf Lorenz, Oberbaurat Ing. Friedr. Eichberg, Oberbaurat Ing. Leo Truxa. — Lieferung und Erstellung der gesamten elektrischen und maschinellen Einrichtung: A. E. G.-Union Elektrizitätsgesellschaft in Wien, Gen.-Direktor Edmund Heller. — Projekts- und Bauausführung für den Ausbau des Ruetzwerkes: Direktor Ing. Ludw. Kallir, Abteilungs-Direktor Dr. Ing. Paul Beck, Ing. Albert Wehler; Bauleitung: Dr. Ing. Raoul Wilhelm. — Projekts- und Bauausführung für die Leitungsanlagen und Lokomotiven: Direktor Baurat Dr. Ing. Egon Seefehlner, Prokurist Ing. August Wrabetz, Dr. Ing. Alfred Winkler; Bauleitung: Ing. Otto Lesonitzky, Ing. Hanns Gmeindl.

Die in den Jahren 1909—1912 ausgeführten Bauarbeiten hatte die Bauunternehmung J. Riehl in Innsbruck durchgeführt, die nunmehr in den Jahren 1920—1923 unter der Firmenbezeichnung: Innerebner & Mayer, vorm. J. Riehl auch den Umbau und die bauliche Erweiterung des Werkes in mustergültiger Weise durchgeführt hat. Diese Firma hatte alle erforderlichen Studien und Entwürfe nach den Angaben und Weisungen des Elektrisierungsamtes erstellt und sämtliche baulichen Herstellungen ausgeführt. Rdl.

Zur Elektrisierung der österreichischen Bundesbahnen

Von Ministerialrat Fr. Kargl im Elektrisierungsamt der österreichischen Bundesbahnen.

Schon in der alten großen Monarchie hatte man die Elektrisierung einzelner Staatsbahnlinien erwogen, allein man war damals über allgemeine Studien nicht hinausgekommen; erst der kleinen Republik Oesterreich war es vorbehalten, den Gedanken in die Tat umzusetzen und die Versäumnisse früherer Zeit wieder gut zu machen.

Bei der Zerreißung der alten österreichischen Monarchie war das große Kohlenvorkommen der Sudeten- und Karpathenländer den Nachfolgestaaten (Tschecho-Slowakei und Polen) zugefallen und die Republik Oesterreich in die Reihe der kohlenarmen Länder zurückgedrängt. Seither muß sie die Kohle zur Versorgung ihrer Industrie und Verkehrsanstalten aus dem Auslande oft unter drückenden Bedingungen und hohen Preissätzen beziehen, um die Stetigkeit ihrer Betriebe aufrecht erhalten zu können.

Wohl haben sich die Verhältnisse auf dem Kohlenmarkte inzwischen etwas gebessert, allein das zwingende Gebot der Selbsterhaltung treibt Oesterreich zur Verwertung seiner reichen Wasserkräfte. Die Zeit ist für große Bauausführungen nicht sehr geeignet, denn die schweren Erschütterungen des ganzen Wirtschaftslebens steigern die Schwierigkeiten der Geldbeschaffung ganz außergewöhnlich, dennoch ist in Oesterreich jetzt eine lebhafte Tätigkeit im Bau von Wasserkraftanlagen zu beobachten; ein Beweis dafür, wie notwendig dieser Ausbau ist und wie tief der Gedanke in das Volksbewußtsein eingedrungen ist. Private und Gesellschaften sowie Länder und Gemeinden haben mit dem Bau solcher Anlagen — zumeist allerdings nur von kleinerer oder mittlerer Leistung — begonnen; es wurden aber auch einzelne Großkraftwerke in Angriff genommen. Der Bund konnte nicht zurückbleiben und brachte mit dem Gesetze vom 23. Juli 1920, betreffend die „Einführung der elektrischen Zugförderung auf den Staatsbahnen der Republik Oesterreich", eine in der Oeffentlichkeit schon seit langem und wiederholt erhobenen Forderung der Verwirklichung näher, das ist „die Elektrisierung der Bundesbahnen unter Heranziehung von Wasserkräften".

Nach diesem Gesetze sollen zunächst die westlichen Gebirgsstrecken Oesterreichs elektrisiert werden, die infolge großer Steigungen, scharfer Krümmungen und zahlreicher Tunnels schwierige Betriebsverhältnisse und einen sehr großen Kohlenbedarf aufweisen; diese Linien haben zugleich auch die weitesten Zubringungsstrecken der Zugförderungskohle, liegen aber den hydroelektrischen Kraftquellen am nächsten.

Es sind dies:

die Salzburg-Tiroler Linien: Salzburg—Wörgl und Innsbruck-Bregenz (einschließlich der Arlbergbahn);

die Linie: Schwarzach—St. Veit—Spittal—Millstättersee (Tauernbahn) und endlich

die Linie: Stainach—Irdning—Attnang—Puchheim (Salzkammergutbahn).

Durch die Elektrisierung dieser Linien können jährlich etwa 380 000 Tonnen Kohle erspart und überdies an 1000 Wagen für andere Transporte frei werden.

Die erforderliche Energie soll teils aus bahneigenen Werken entnommen, teils aber von privaten Werken bezogen werden. Zur Versorgung der westlich von Innsbruck gelegenen Strecken sind die Kraftwerke am Spullersee in Vorarlberg und am Ruetzbache nächst Innsbruck bestimmt; für die Versorgung der östlich von Innsbruck gelegenen Strecken die Kraftwerke im Stubachtale (Salzburg) sowie an der Mallnitz (Kärnten). Der Strom für die Salzkammergutlinie wird aus dem Gosauwerke „Steeg" der bekannten Firma Stern & Hafferl bezogen werden, welches Werk aus diesem Anlasse entsprechend umgestaltet und erweitert wird.

Bei den bahneigenen Kraftwerken wird je ein speicherfähiges Werk (Spullersee- bzw. Stubachwerk) mit einem nicht speicherfähigen Werke (Ruetzwerk bzw. Mallnitzwerk) elektrisch gekuppelt, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, die Werksleistung auf das Vollkommenste auszunützen. Die speicherlosen Werke bilden dabei die Grundbelastungsanlagen, während die Speicherwerke den Spitzenbedarf zu decken sowie bei Niederwasser die Leistungen der speicherlosen Grundbelastungswerke aufzubessern haben.

Dank der umfangreichen und gründlichen Vorarbeiten

Digitized by Google

aus der Vorkriegszeit war die Auswahl der für die Bahn verwertbaren Wasserkräfte schon so weit vorbereitet, daß beim Zusammenbruche eine Entscheidung unmittelbar getroffen und mit dem Bau der bahneigenen Großkraftwerke ohne Verzug begonnen werden konnte.

In gleicher Weise waren auch die schwierigen und kritischen Fragen des elektrischen Vollbahnbetriebes durch sorgfältige Berechnungen und Studien geklärt, wobei die Untersuchungen und reichen Erfahrungen des Auslandes mit großem Vorteil verwendet wurden. Die Bauarbeiten der Kraftwerke sind gegenwärtig im Gange, sie konnten jedoch in Rücksichtnahme auf die schwierige finanzielle Lage des Bundes und namentlich infolge der mittlerweile eingetretenen großen Geldentwertung nicht mit der wünschenswerten Energie durchgeführt, sondern mußten auf einen erheblich längeren Zeitraum als im Gesetze vorgesehen verteilt werden. Um eine allzu arge Zersplitterung

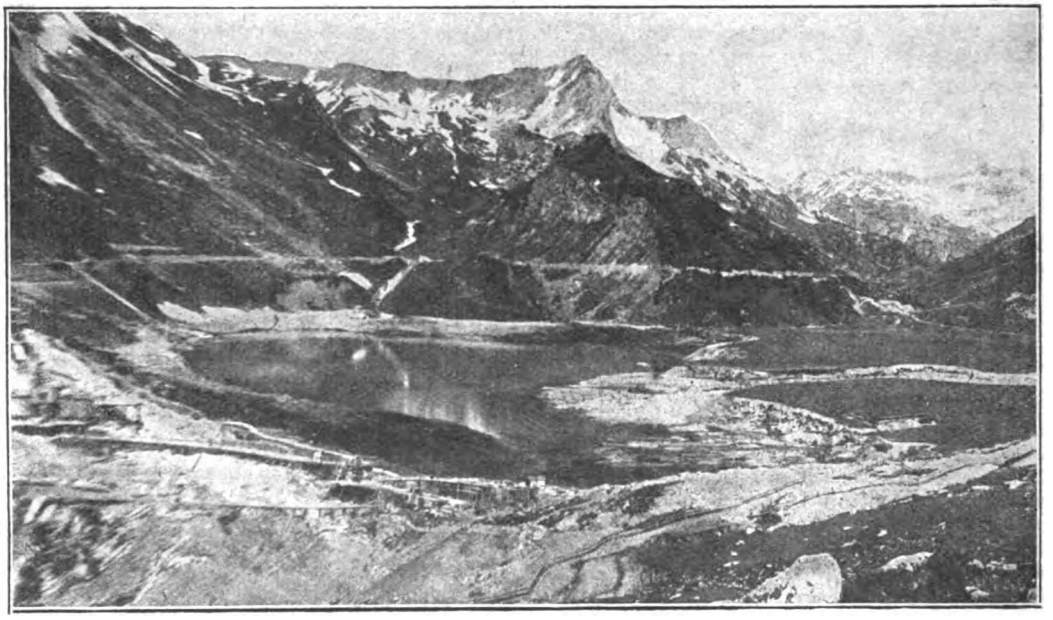


Abbildung 1. Spullersee (abgesenkt). Rechts Mündungsdelta des Alpbaches. Vorne: Die nördliche Sperre im Bau. Die deutlich sichtbare Trasse des Umfahrungsweges markiert die Stauhöhe.

der bereitgestellten Mittel hintanzuhalten, wurde das Schwergewicht der Arbeiten zunächst auf die eheste Vollendung und Inbetriebsetzung der Linien: Innsbruck—Bludenz und Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim verlegt. Die Arbeiten an den übrigen Linien wurden vorläufig erheblich eingeschränkt, damit die zugehörigen Aufwendungen eine bestimmte niedrig angesetzte Grenze nicht überschreiten, infolgedessen ist der Fortschritt bei diesen Arbeiten nur gering.

Im Vordergrund des Interesses steht demnach für uns hier die Ausnutzung der Ruetz- und Spullersee-Wasserkräfte. Ueber das Ruetzbachkraftwerk und seine Ausgestaltung ist im Vorstehenden schon berichtet worden; nachfolgend seien daher die Arbeiten am Spullerseewerk dargestellt.

Das Spullerseewerk

liegt an der Westrampe der Arlbergbahn nächst der Bahnstation Danöfen, rund 8 km westlich vom Arlbergtunnel.

Bei dieser großen Speicheranlage sollen die gesamten Niederschlagswässer des zugehörigen Einzugsgebietes in dem durch zwei Sperrmauern vergrößerten Seebecken gesammelt und in der rund 800 m hohen Gefällsstufe bis herunter zum Alfenzbache zur Gewinnung von elektrischer Energie ausgenützt werden.

Der Spullersee (Abb. 1) hatte vor Erbauung des Werkes eine Spiegelhöhe von 1795 m über dem Meere, eine größte Tiefe von 19 m, eine Oberfläche von rund 18,4 ha und einen Rauminhalt von ungefähr 2 Millionen m³. Er liegt in einer geologischen Talmulde zwischen den kahlen Bergen der Trias- und der Juraformation; sein Zufluß wird im wesentlichen von Nordosten her durch den Alpbach gebildet, doch sind auch noch andere kleinere Zuflüsse und einzelne starke nahe am Wasserspiegel austretende Quellen vorhanden. Der natürliche Abfluß erfolgte nach Süden durch den Spreubach, der nach einem etwa 3,6 km langen Lauf in die Alfenz mündet.

Das Einzugsgebiet des Spullersees umfaßt nur 11,1 km². Durch seine Lage an der Luvseite des Arlberges gehört das Seebecken der Zone der reichen Feuchtigkeitsablagerungen der Westwinde an, wobei die jährliche Niederschlagshöhe im Mittel das beträchtliche Maß von 2050 mm erreicht. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt daher im Mitteljahr rund 24 Millionen m³.

Die Berechnung der für den Werksbetrieb verfügbaren Abflußmengen erfolgte für den Zeitraum 1890—1919 auf Grund der Beobachtungen der Regenmeßstelle Langen. Seit dem Jahre 1920 wurden nebst den sonstigen hydrologischen Daten (Niederschläge, Schneehöhe, Seespiegelabsenkung) an der Ausmündung des Absenkungsstollens auch die Abflußmengen unmittelbar gemessen. Auf Grund der Ergebnisse dieser nunmehr dreijährigen Beobachtungen konnten die Daten der Regenmeßstelle Langen auf das etwa 600 m höher liegende Spullerseegebiet bezogen werden. Abb. 2 zeigt die außerordentlichen Schwankungen der Wasserführung zwischen den Winter- und Sommermonaten. Der Schneerückhalt der Niederschläge ist so außerordentlich weitgehend, daß die natürlichen Abflußmengen zeitweise bis auf ein verschwindendes Maß (22 l/Sek.) herabgehen; dagegen sind im Einzugsgebiete des Sees Schneehöhen über 3 m keine Seltenheit. Die sehr ergiebige Schneeschmelze wird im Sommer durch reichliche und häufige Niederschläge ausgiebig ergänzt.

Aus den Beobachtungen ergibt sich, daß im Regeljahr der Periode 1890—1919 mit einer Jahresabflußmenge von 17 Millionen m³ und im hydrologisch ungünstigsten Jahr (bisher das Jahr 1911) mit einer solchen von rd. 13 Millionen m³ gerechnet werden kann.

Diesen Verhältnissen entsprechend wurde eine restlose Jahresspeicherung der Zuflüsse vorgesehen und zu diesem Zpecke der Abfluß durch Errichtung je einer an der nördlichen wie auch an der südlichen Seeschwelle gelegenen Sperrmauer verhindert; der Seespiegel wird hiebei

Digitized by Google

von 1795 auf 1825 Meereshöhe, d. i. also um rd. 30 m aufgestaut. Hiedurch wird der Inhalt des Sees auf 13,5 Millionen m³ gesteigert, von denen etwa 12 Millionen m³ ausnützbar sind. Die neu geschaffene Seefläche wird ungefähr 45 ha umfassen und mit einer Zunge weit in das schmale Tal des Alpenbaches hineinreichen.

Von den beiden Sperren liegt die nördliche zwischen dem „Grünen Bühel" und dem „Klösterlestaffel"; die südliche Sperre (in Abb. 1 im Vordergrund) an der Stelle des natürlichen Seeabflusses am Fuße der Goppelspitze.

Um die umfangreichen Arbeiten an der südlichen Sperre sowie bei der Wasserentnahme und im Stollen im Trokkenen ausführen zu können, wurde zu Beginn der Arbeiten die Absenkung des Sees bis auf Seehöhe 1782 m, also um eine Höhe von rd. 13 m, eingeleitet und hiezu ein Stollen von 2,2 m Höhe und 1,7 m Breite von der Luftseite her in einer Länge von rd. 100 m in der See-

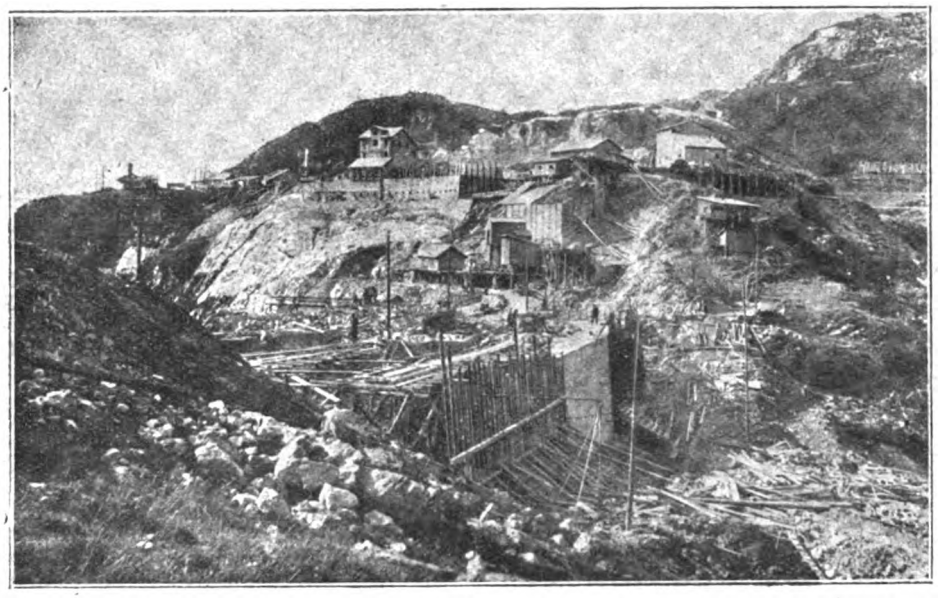


Abbildung 3. Südliche Sperre im Bau mit Aufbereitungsanlage.

schwelle vorgetrieben. Trotzdem die Schlußsprengung vollkommen geglückt war, blieb der erwartete stürmische Wasserausbruch zunächst aus und es dauerte mehrere Tage, bis sich das Wasser durch die fast 20 m mächtige seeseitige Schlammvorlagerung den Weg durch den Stollen gebahnt hatte, nachdem durch verschiedene auflockernde Sprengungen nachgeholfen worden war. Am 26. Mai 1920 begann die Entleerung des Seebeckens, die zuerst ziemlich heftig verlief, sich jedoch bald verlangsamte und hiebei die bekannten Uferbrüche zeigte.

Die Seeschwelle der südlichen Sperrmauer besteht aus Liaskalken, die durch dynamische Vorgänge stark gefaltet und geschleppt und durch Gletscherdruck abgehobelt und gefurcht sind; an der Ostseite waren sie von einer mächtigen Schuttdecke überlagert; sie bilden infolge ihrer Festigkeit und ihres dichten Gefüges einen verläßlichen Untergrund für die Fundierung der Staumauer. Die steil aufgerichteten Schichten streichen parallel zur Mauerachse, was für die Dichtheit des Felsuntergrundes außerordentlich günstig ist.

Bei der Wahl der Mauerkonstruktion war die Erwägung maßgebend, daß unter den zu verwendenden heimischen Arbeitskräften qualifizierte Bauarbeiter nur in geringer Zahl zu finden sind und daher Bruchsteinmauerwerk oder gar Eisenbeton-Konstruktionen auszuschließen waren; es wurde daher der Bau einer Sperre aus Beton beschlossen. Nach längeren Studien wurde als Querschnittsform ein Dreieck gewählt, welches an der Seeseite den verhältnismäßig geringen Anzug von 1 : 0.1, auf der Luftseite die Neigung 1 : 0.8726 aufweist; an der höchsten Stelle beträgt die Mauerhöhe etwa 34 m, die Fußbreite rd. 30 m; die Länge der Mauer, welche durchaus auf gesunden Fels fundiert und in solchen auch seitlich eingebunden ist, beträgt in Kronenhöhe 278 m, die Gesamtkubatur etwa 57 000 m³. Die Grundrißform der Mauer war durch die Gestaltung der Felsschwelle vorgezeichnet, wobei eine leichte Krümmung R-5000 m gewisse Vorteile gegenüber den durch Temperaturänderungen hervorgerufenen Längenänderungen der Mauer bietet. Der höchste Seespiegel, demnach auch die Krone des Hochwasserüberfalles, liegt auf Meereshöhe 1825.00 m; der höchste Stauspiegel über dem Ueberfall auf Kote 1825.50 m, welche Höhe auch die geometrische Spitze des Sperrendreieckes bildet. Die Mauerkrone selbst trägt einen 3.0 m breiten Weg und ist noch um 1.5 m höher als der höchste Stauspiegel, auf Meereshöhe 1827.00 m angelegt.

Am westlichen Ende der Staumauer (Abb. 3) ist der 10 m lange freie Ueberfall angeordnet, welcher im Falle des höchstgespannten Speicherspiegels das katastrophale Hochwasser abzuführen gestattet. Das Ueberfallwasser wird zuerst in einem 10 m breiten Gerinne der Lehne entlang geführt und fällt schließlich frei in das Wildgerinne des Spreubaches ab. An der Wasserseite sowie im Fundamente der Mauer wird eine Schichte in wasserdichtem Beton von mindestens 2 m Stärke hergestellt; an der Luftseite erhält die Mauer eine Verkleidung von rauhem Bruchstein Mauerwerk, der Mauerkern erhält Steineinlagen bis zu etwa 20 Prozent.

Die Mischungsverhältnisse der einzelnen Betongattungen wurden nach eingehenden und sorgfältigen, im Laboratorium der Bundesbahndirektion Innsbruck durchgeführten Versuchen und Erprobungen wie folgt festgestellt.

Für den wasserdichten Beton der Fundamentplatte und der wasserseitigen Vorsatzschichte 1 RT Bindemittel: 2.2 RT Sand: 2.3 RT Kies und für das Kernmauerwerk 1 RT Bindemittel: 3,5 RT Sand: 4,5 RT Kiesschotter; der Raumteil Bindemittel besteht jeweilig aus 80 Prozent Portlandzement und 20 Prozent bayr. Traß.

Mit der Abhebung des auf der Seeschwelle lagernden Gehängeschuttes und mit dem Abräumen der zum Teil verwitterten oberflächlichen Felsschichte wurde im Jahre

Digitized by Google

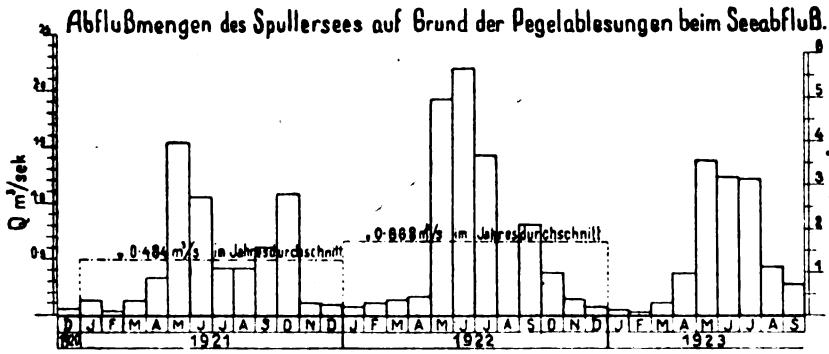


Abbildung 2.

1922, mit der Betonierung einzelner Abschnitte im Juni 1923 begonnen.

Das Steinmateriale wird in zwei in der Nähe der Sperrstelle gelegenen Steinbrüchen gewonnen und das Rohmateriale in einer großangelegten Aufbereitungsanlage (Abb. 3) für die Verwendung vorbereitet und sodann in entsprechenden Silos gelagert; aus diesen wird es nach Bedarf entnommen und der weiteren Verarbeitung zugeführt.

An der Sperre arbeiteten im Sommer und Herbste 1923 400 bis 500 Mann, die in verschiedenen Barackenlagern in der Nähe des Sees untergebracht sind.

Unter der Seeschwelle, somit auch unter der Staumauer verläuft der zur Seeabsenkung benützte Stollen, der zum Grundablasse ausgestaltet wird, um den Seestand regeln bezw. auch den Speicher entleeren zu können. Zu diesem Zwecke wird in den Absenkungsstollen ein Eisenrohr von 1.0 m Durchmesser und 8 mm Wandstärke einbetoniert, welches mit dem Speicher in freier Verbindung steht. Als Abschlußvorrichtung werden ein Schieber und eine Drosselklappe vorgesehen.

Im Hinblicke auf die ungünstige Zugänglichkeit der Baustellen am See werden die Sperren sogleich auf die volle Höhe (1827) aufgemauert, wozu eine dreijährige Bauzeit notwendig ist; die Fertigstellung der südlichen Staumauer ist sonach im Herbst 1925 zu gewärtigen. Es ist jedoch beabsichtigt, den Werksbetrieb schon in einem Zeitpunkte aufzunehmen, in welchem die ausnützbare Mauerhöhe auf der Seehöhe von 1808 angelangt ist.

Die nördliche Seesperre wird nach gleichen Grundsätzen errichtet; sie hat eine geringere Höhe als die südliche Sperre und einen Mauerwerksinhalt von rd. 17.500 m³. Die Aufschließungsarbeiten des Fundamentes sind dort sehr umfangreich, da die ziemlich verwitterte Felsschwelle von einer stärkeren Schutt- und Torfdecke überlagert ist.

Die Bauvorbereitungen und Hilfsanlagen für die nördliche Sperre, zu denen auch eine Feldbahnverbindung mit der südlichen Mauer gehört, sind beendet und die Fundamente zum großen Teile fertig ausgeschachtet; die Betonierungsarbeiten werden im nächsten Jahre mit denen der südlichen Sperre parallel laufen.

Die Entnahme des Seewassers und seine Einleitung in den Stollen geschieht durch ein Einlaßbauwerk, das westlich der südlichen Sperre am Abfall des Blattnitzerjoches zu liegen kommt. Die Sohlhöhe der Entnahme ist um rd. 3.0 m höher als die Sohle des Absenkungsstollens (Grundablaß). Das Seewasser gelangt vorerst durch einen Grobrechen in die Einlaufkammer, die sicherheitshalber auch durch einen doppelten Dammbalkenverschluß abgeschlossen werden kann, passiert sodann den aufziehbaren Feinrechen und kommt in einen kurzen Druckstollen, der dann in einen Rohrstollen übergeht, in welchem das Wasser durch ein 1.4 m weites Eisenrohr zum Wasserschlosse geleitet wird. In dieser Rohrleitung sind als Abschlußorgane ein Schieber und eine Drosselklappe eingebaut. Diese Organe sind durch einen Schacht von 4,5 m Lichtweite mit der über dem höchsten Speicherspiegel obertags liegenden Bedienungskammer verbunden. Die Abschlußorgane sind sowohl von der Stollensohle aus, als auch in der oberen Kammer von Hand aus zu betätigen. Gegen Lawinengefahr wird das Entnahmebauwerk durch Verbauungen und Lawinensporne gesichert.

Das neben der großen Sperrmauer baulich interessanteste Bauwerk bildet der vom See zum Wasserschloß führende Oberwasserstollen von rund 1850 m Länge. Er war ursprünglich als Druckstollen mit einem der Kreisform nahe angepaßten Profil von 1,80 m lichter Höhe und 1,80 m lichter Breite, bezw. einer Querschnittsfläche von 2.67 m² geplant und mit einem Gefälle von 3 ‰ auf den großten Teil seiner Länge.

Der Stollen soll ein Höchstmaß von 5—6 m³ in der Sekunde fördern und steht bei Betriebsstillstand unter einem Drucke von 45.86 m Wassersäule, welcher sich bei allfällig plötzlichem Absperren der Turbinenrohrleitungen um 3.75 m, also bis zu einem Drucke von rund 50 m Wassersäule (5 atm) steigern kann.

Im Hinblicke auf diesen großen Druck mußte die endgiltige Wahl der Querschnittsform und insbesondere auch die Frage der Profilmauerung zum Gegenstand eingehender Untersuchungen und Versuche gemacht werden. Das erschien um so mehr geboten, als die Stollenröhre gerade in der dem höchsten Druck ausgesetzten Strecke gebräches, vielfach zerklüftetes und zermürbtes Gestein (Hauptdolomit) durchörtert, das zudem außerordentlich wasserdurchlässig ist.

Mit der theoretischen Erfassung des Problems im besonderen befaßten sich im vorliegenden Falle der bekannte Schweizer Fachmann Ing. J. Büchi in Zürich, ferner Dr. techn. L. Mühlhofer[2]), Ingenieur der Bauunternehmung Innerebner & Mayer in Innsbruck und der Baurat des Elektrisierungsamtes in Wien, Dr. techn. W. Effenberger[3]).

Die bezüglichen Untersuchungen haben wohl eine Reihe ebenso interessanter wie neuer Ergebnisse gebracht und unsere Kenntnisse über das Druckstollenproblem wesentlich erweitert und vertieft, allein ihre praktische Anwendung setzt die Kenntnis der Nachgiebigkeit des Betons und des Gebirges voraus, welche Werte nur durch Versuche klargestellt werden können.

Von der Theorie der dickwandigen Rohre ausgehend behält Büchi in seinen Endgleichungen die Elastizitätsmess- und Poissonzahlen für Eisen, Beton und Gebirge, sonach Werte, deren absolute Größe — wenigstens soweit Beton und Gebirge in Frage kommen — nur mit einer gewissen Unsicherheit und Unbestimmtheit ermittelt werden können. Auf den Arbeiten Büchis weiterbauend hat Dr. Mühlhofer die Gleichungen für die Spannungsermittlung so umgeformt, daß darin nur mehr die Relativwerte dieser Größen vorkommen; man muß bei der Auswertung der Gleichungen dann von der Annahme ausgehen, daß man es entweder mit einem dem Beton gleichwertigen oder mit einem gewissen Maße besseren bzw. schlechteren Gebirge zu tun habe.

Dr. Effenberger faßt die Stollenauskleidung hingegen als allseits elastisch gelagertes Rohr auf und charakterisiert die Lagerung der Rohre durch eine Gebirgsziffer, so daß Festigkeitszahlen und Elastizitätsmasse des Gebirges ausgeschaltet bleiben. Die Gebirgsziffer muß jedoch für jedes Gebirge durch entsprechende Versuche im Stollen selbst erst ermittelt werden.

Neben den theoretischen Untersuchungen wurden noch

[2]) Vgl. auch Dr. Mühlhofer, Zur Kenntnis der Spannungsverhältnisse in Druckstollen, ds. Z. 1923, H. 14, S. 185.

[3]) Dr. Effenberger, Über das Druckstollenproblem, Entwicklung und gegenwärtiger Stand in Theorie und Praxis. Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1923, H. 42/43, S. 269.

Digitized by Google

eine Reihe von praktischen Versuchen ausgeführt, um das Verhalten des Gebirges und das der einzelnen Auskleidungstypen feststellen zu können. Die ersten Versuche wurden mit bloßen Betonauskleidungen ausgeführt und zwar wurde in einem Falle eine fugenlose Profilausmauerung mit Hilfe des Wolfsholzschen Zementeinpreßverfahrens hergestellt; im anderen Falle wurden die Widerlager der Versuchsstrecke normal betoniert, das Gewölbe aber mit Betonformsteinen geschlossen und die hinter der Profilmauerung verbliebenen, mit reinem Kies ausgefüllten Mehrausbrüche durch nachfolgende Auspressung mit dünnem Zementmörtel zu einem einheitlichen Betonkörper versteint. Die Abpreßversuche erbrachten den Beweis, daß bei dem vorliegenden Gebirge mit den bloßen Betonkonstruktionen das Auslangen nicht gefunden werden könne, zumal auch die Wiederholung der Abpressung nach Aufbringung eines dreifachen Inertolanstriches keine Besserung gebracht hatten.

Weitere Erprobungen wurden in einer Versuchsstrecke gemacht, in der der Stollen mit einer eisenbewehrten Torkret(Gunit-)schichte auf einer vorher eingebrachten genügend starken Betonunterlage verkleidet war; aber auch die Ergebnisse dieser Versuche haben im Hinblick auf den zu gewärtigenden Betriebsdruck von 5 Atm. und die Nachgiebigkeit des Gebirges nicht befriedigen können.

Endlich ist eine Versuchsstrecke nach einem Verfahren ausgeführt worden, bei dem die innere Laibung des Stampfbetongewölbes durch eine Asphaltschichte mit mehreren Pappeeinlagen abgedichtet und sodann durch einen etwa 15 cm starken inneren Gewölbering aus Formsteinen gegen Ablösungen und gegen Angriffe des Wassers geschützt wurde. Aber auf diese Ausführung, auf die von mancher Seite große Hoffnungen gesetzt hatten, versagte. Die frühzeitig eingetretenen Risse der Auskleidung ließen den späteren Betriebsdruck von 5 Atm. auch nicht annähernd erreichen, trotzdem bei einer Wiederholung der Abpressung gewisse Mängel der ersten Ausführung vermieden worden waren.

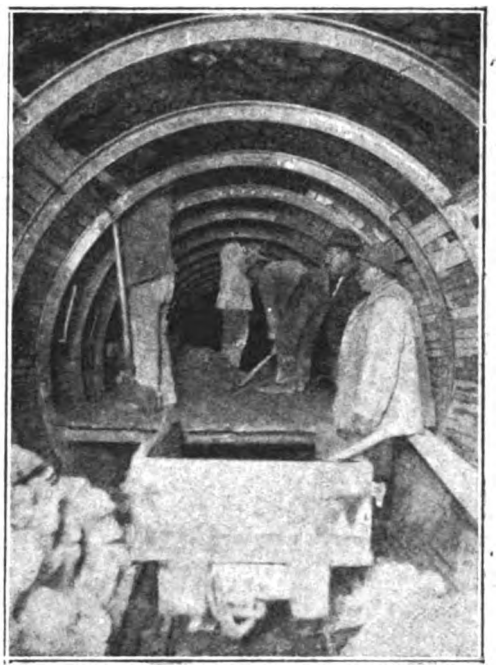
Es wurden weiters eingehende konstruktive Studien und Berechnungen über eine Auskleidung der Stollenröhre mit einer dünnen Blechhaut (Panzerung) durchgeführt und seitens einzelner interessierter österreichischer Maschinenfabriken auch praktische Versuche ausgeführt, durch die die Möglichkeit der einwandfreien Herstellung im engen Stollenraume erwiesen wurde. Da die wirtschaftlichen Durchrechnungen jedoch ergeben hatten, daß diese Herstellung sehr kostspielig wäre, wurde der Gedanke aufgegeben.

Die von mehreren Seiten angeregte Stollenauskleidung mit Holz kam nicht in Betracht, da das Holz schon während der Dauer der Herstellung in dem 1850 m langen Stollen stickig wird, wie dies an der Stollenzimmerung beobachtet werden konnte.

Da trotz der lehrreichen Ergebnisse der Versuche und Studien keine der betrachteten Anordnungen den gewünschten Grad der Sicherheit gegen Rissebildung und Wasserverluste bei verhältnismäßigen Kosten gewährleistete, wurde die Herstellung eines wassergefüllten Druckstollens aufgegeben und beschlossen, in der Stollenröhre eine eiserne Rohrleitung von 1.40 m Durchmesser frei zu verlegen.

Die Trasse des Stollens konnte mit Rücksicht auf die Terraingestaltung (tief eingerissene Runsen) und die schlechte Gebirgsbeschaffenheit in der Nähe des Wasserschlosses nicht gerade geführt werden, sondern mußte bei Stollen km 1736 einen Knick von 106° erhalten; die übrigen Stollenstrecken von 1,75 km bzw. 0,2 km Länge verlaufen gerade.

Zur Vermehrung der Angriffspunkte für den Stollenvortrieb wurden drei Seitenstollen in km 1,000, km 1,470 und km 1,800 angelegt, der letztgenannte hauptsächlich auch aus dem Grunde, da am Stollenausgange bei km 1.893 kein Material abgelagert werden konnte. Der Ausbruch des Stollens ist am 15. Oktober 1920 vom See her mit Handbohrung begonnen worden, der letzte Durchschlag erfolgte am 28. April 1922; der Vortrieb des rund 1900 m langen Stollens erforderte somit 20 Monate und war durch Lawinenabgänge, Wassereinbruch und Arbeiterausstände



Abbildnng 4. Betonieren des Stollens.

wiederholt unterbrochen worden. Die Bohrung erfolgte zu Anfang von Hand und nach Bereitstellung der maschinellen Anlagen pneumatisch mit Flottmann-Bohrhämmern.

Das vom Stollen durchfahrene Gebirge gehört der untersten Kreide, der Lias-, bzw. der Juraformation sowie der oberen Trias an. Dem See zunächst liegen Kreideschiefer, dann folgen dünne Schichten von Jurakalken und Lias-Fleckenmergel, die bei Stollen km 0,4 in undeutlich geschichteten Dachsteinkalk und Kössener Schichten übergehen. Alle diese bis Stollen km 1.1 gehenden Schichten waren wohl standfest und erforderten keinen sonderlichen Einbau (Abb. 4), sie wiesen jedoch starken Wasserandrang auf, der sich im Stollen zeitweise bis fast 400 Sekundenliter steigerte und die Vortriebsarbeiten dann ganz hemmte. Die Wasseraustritte folgen den obertags herrschenden Abflußverhältnissen und sind am größten während der Schneeschmelze, sie verschwinden bei Frost und zusammenhängender Schneedecke, d. i. während fast 5 Monaten, beinahe vollständig, so daß während dieser Zeit der unterbrochene Vortrieb fortgesetzt und auch die Betonierung fast ganz im Trockenen ausgeführt werden kann. Die zweite Hälfte des Stollens gegen das Wasserschloß zu verläuft im Hauptdolomit, der im allgemeinen stark zerklüftet, streckenweise sogar vollständig zerdrückt und zermürbt ist. In dieser Strecke war demnach auch ein kräftiger Ausbau des Stollens, selbst unter Anwendung von Getriebezimmerung notwendig.

Der Stollen mündet in das unterhalb der Grafenspitze gelegene, ganz in den Berg eingebaute Wasserschloß, welches als Pufferschacht wirkendes Bauwerk ursprünglich nach der sogenannten „Flaschenform" vorgesehen war, mit einer weiteren unteren Kammer, einem engeren zylindrischen Mittel(Steig-)schachte und einer weiteren oberen Kammer.

Diese Ausführungsform hätte jedoch mit Rücksicht auf die schlechte Gesteinsbeschaffenheit große Bauschwierigkeiten mit sich gebracht und auch hohe Kosten erfordert, so daß davon abgegangen wurde. Nach den endgültigen Entwürfen wird das Wasserschloß nunmehr einen zylindrischen Hauptschacht von 4,0 m Durchmesser bei rund 50 m Höhe sowie zwecks Vergrößerung der Spiegelfläche schwach geneigte Seitenstollen im oberen und unteren Teil erhalten.

Gegenwärtig ist der Rohausbruch des Mittelschachtes hergestellt.

Digitized by Google

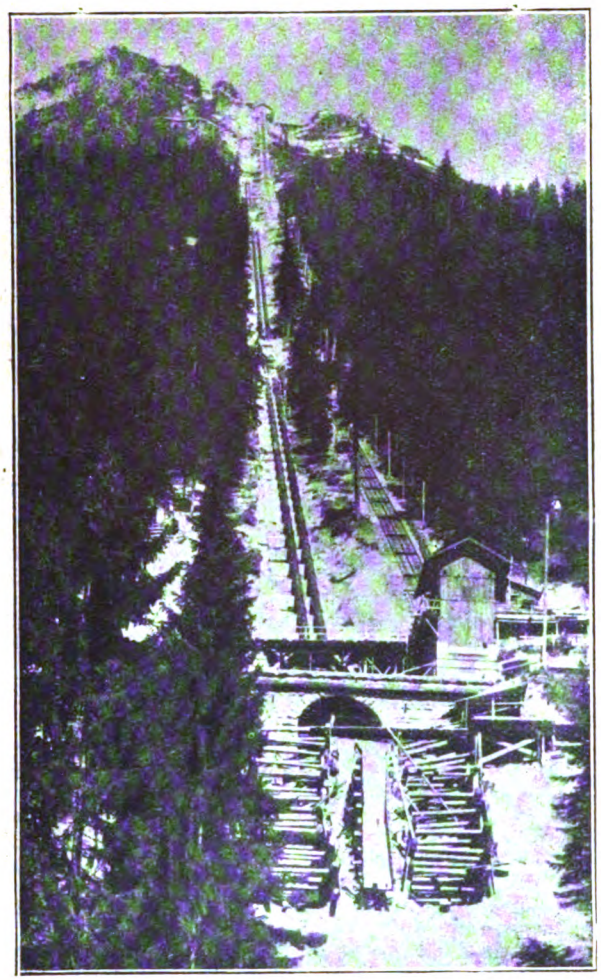


Abbildung 6. Rohrstrasse (links) und Schrägaufzug (rechts).

An das Wasserschloß schließt noch ein rund 46 m langer Stollen an, mit kreisförmigem Querschnitt und mit Blech ausgekleidet. Die lichte Weite des Rohres beträgt 1,6 m, die Blechwandstärke 9 mm. An ihrem Ende gabelt sich die Leitung mittels eines autogen geschweißten Formstückes in drei Rohrstutzen von je 1000 mm Lichtweite, die in die Apparatekammer (Abb. 5) einmünden. Diese enthält für jeden der drei Leitungsstränge je ein Rohrbruchventil, das im Falle einer Undichtigkeit der Rohrleitung oder eines Rohrbruches den Abschluß des betreffenden Stranges selbsttätig bewirken soll; diese Ventile können aber auch von der Schalttafel des Kraftwerkes her betätigt werden.

Die Apparatekammer liegt in einer dem steilen Felsgewände abgewonnenen Ausschlitzung und ist 7,85 m lang und 9,70 m breit. Ihre Seitenwände sind als kräftige Stützmauern ausgebildet, die Decke ist überwölbt und überschüttet; die Kammer ist mit einem Laufkran von 8 t Tragfähigkeit ausgestattet. An die Apparatekammer schließt sich talseits unmittelbar der Festpunkt 1 an, in welchem die Rohrachse eine horizontale Verschwenkung um rund 23° und eine vertikale Krümmung von rund 40° erfährt.

Die Druckrohrleitung (Abb. 6) wird im vollen Ausbau aus drei Rohrsträngen mit einer abgewickelten Länge von je 1403,38 m bestehen; vorläufig werden in der freien Strecke nur zwei Rohrleitungen hergestellt; in den Festpunkten sind jeweilig alle drei Krümmer mit einbetoniert worden. Für die Stützung der Rohrleitung sind sieben große Festpunktklötze aus Portland-Zement-Stampfbeton hergestellt; außerdem ist jedes einzelne Rohrstück auf einem kleinen Stützpfeiler aus Stampfbeton gelagert.

Die sieben Festpunkte haben 7 m Breite und im Mittel etwa 15 m schiefe Länge; der oberste Festpunkt (I) hat ein Volumen von rund 300 m³ und ein Gewicht von rund 600 Tonnen, der unterste Festpunkt (VII) ein Volumen von rund 900 m³ und ein Gewicht von nahezu 2000 Tonnen.

Zur Aufnahme der bedeutenden Schubkräfte sind diese Klötze mit Altschienen reichlich bewehrt, gegen die sich die Krümmer mittels aufgeschweißter Flanschen stützen.

Der lichte Durchmesser der Rohre nimmt von oben nach unten von 950 mm auf 650 mm ab, die Wandstärke von 8 mm auf 35 mm zu. Jede Zone beginnt unmittelbar unterhalb des Festpunktes mit einer Stopfbüchsen-Ausgleichsvorrichtung, der unterste Rohrstutzen jeder Zone hat eine Mannlochöffnung.

Die letzte Strecke der Rohrleitung vom Festpunkt VII bis zum Krafthaus verläuft horizontal; ihr Durchmesser nimmt von 650 mm auf 500 mm ab. Die Turbinenzuleitungsrohre (Durchmesser 450 mm) zweigen mit Abzweigstopfbüchsen unter einem Winkel von 37° von der Hauptleitung ab und sind durch rahmenartige Festpunkte in ihrer Lage festgehalten.

Die Rohre bestehen aus basischem Siemens-Martin-Flußeisen mit einer Zerreißfestigkeit von 34—40 kg für den qmm und mindestens 25 v. H. Dehnung (bei 200 mm Markenweite). Die Verbindung der Rohre erfolgt je nach Durchmesser und Wandstärke durch ein-, zwei- oder dreireihige Muffennietung.

Das Gesamtgewicht der von der Fa. Thyssen & Co. A.-G. in Mühlheim an der Ruhr gelieferten Rohrleitung samt Nebenbestandteilen beträgt rund 1450 t.

Alle Rohre und Formstücke werden im Werke nach ihrer Fertigstellung einem Probedruck mit 50% Ueberdruck über den Betriebsdruck unterzogen.

Mit der Montierung der Rohre wurde im April 1923 vom Festpunkt V nach oben begonnen. Bis Ende August 1923 war die Montierung mit Ausnahme der obersten und der untersten Strecken vollendet.

Kurz vor dem Uebergange in die Horizontale wird die Rohrleitung in einem 4,75 m weiten Objekt unter den drei Gleisen der Station Danöfen durchgeführt (Abb. 6 und 7), wobei unter den beiden talseitigen Gleisen ein Korbbogengewölbe, unter dem dritten (bergseitigen) Gleis ein Zwillingsträger zur Ausführung gelangte.

Das Krafthaus liegt 1019 m (Fußboden) über dem Meeresspiegel auf dem Gelände zwischen dem Bergfuß unterhalb der Bahnstation Danöfen und der Arlbergstraße (Abb. 8). Die Längsachse der Maschinenhalle läuft parallel zu der außerhalb des Gebäudes angeordneten Verteilleitung, wobei die Mittelachse dieser Leitung in einem Abstand von 3,55 m von der Außenflucht liegt. Gleichlaufend zur Maschinenhalle und von ihr durch einen 16 m breiten Hof getrennt, erstreckt sich das Schalthaus, welches zusammen mit dem Unterwerke Danöfen in einem gemeinsamen Bau untergebracht ist. Maschinenhalle und Schalthaus sind an der Südseite durch einen Querbau mit einander verbunden. Senkrecht zur Rohrtrasse ist an der Nordseite die Werkstättenanlage als besonderes Bauobjekt angeordnet.

Das Maschinenhaus besitzt eine lichte Weite von 14,20 m zwischen den Kranbahnpfeilern. Seine Länge wird bei voller Ausrüstung mit sechs Maschinengruppen 73,40 m betragen; vorläufig werden nur drei Maschinengruppen aufgestellt und dementsprechend das Haus nur mit 55 m Länge ausgebaut, wobei auch schon auf die Aufstellung des vierten Maschinensatzes Rücksicht genommen ist.

Das Hauptgesimse befindet sich 12 m über dem Fußboden; der Dachstuhl ist als eisernes Satteldach mit Polonceaubindern von je 4,5 m Achs-Entfernung ausgeführt, sein Gewicht beträgt rund 31 Tonnen. An der Südseite ist das Dach mit einem Walm, an der Nordseite vorläufig mit einem Giebel abgeschlossen.

Der die ganze Halle bestreichende Kran besitzt eine Tragfähigkeit von 60 Tonnen bei einer Spannweite von 14,7 m; es ist ein Dreimotorenlaufkran mit zwei Laufkatzen.

In der Halle gelangen beim ersten Ausbau drei, bei Vollausbau sechs Maschinengruppen von je 8000 PS. zur Aufstellung. Jede Gruppe besteht aus einer Hochdruck-

Digitized by Google

Freistrahlturbine mit liegender Welle, die mit dem Stromerzeuger starr gekuppelt ist. Die Höchstleistung jeder Turbine entspricht einer Schluckfähigkeit von 1m³/sek; bei normaler Beaufschlagung von 720 l/sek leistet jede Turbine 6000 PS. Die Regulierung erfolgt selbsttätig durch Strahlablenker und Nadelverstellung mittelst eines Servomotors, nur im Notfalle auch von Hand aus. Für die Parallelschaltung der Stromerzeuger kann die Umlaufzahl der Turbinen sowohl von Hand aus, als auch durch elektrische Fernbetätigung innerhalb der Grenzen von 308 bis 358 U. p. min. verstellt werden. Jede Turbine besitzt eine Sicherheitseinrichtung gegen Durchgehen bei allfälligem Bruch des Reglerantriebriemens. Zum raschen Stillsetzen des Laufrades nach Abstellen der Turbine dient eine Gegendüse. Der Wirkungsgrad der Turbinen ist mit 82 v. H. bei 6000 PS. und mit 80 v. H. bei 8000 PS. gewährleistet. Zur Kühlung der Generatoren dient eine Frischluftanlage; die abziehende Warmluft wird während der Sommermonate ins Freie abgeführt, im Winter jedoch mittels einer Umschaltung der Maschinenhalle zugeleitet.

Die Lieferung der Turbinen ist der Leobersdorfer Maschinenfabrik A.-G. übertragen.

Der Kommandoraum mit den Schaltpulten und der Hauptschalttafel liegt im ersten Stockwerk gegen Süden hin; er ist gegen die Maschinenhalle durch eine Wand mit großen Fenstern abgeschlossen. In einem eigenen, ebenerdigen, in den Hof reichenden Anbau des Maschinenhauses ist die 6000 Volt-Anlage (Sammelschiene, Transformatoren für Hilfsbetriebe, Schalter) untergebracht. Das Schalthaus samt der Unterstation Danöfen ist 70,3 m lang und 17,3 m breit. An das Schalthaus ist hofseits der Transformatorentrakt mit den sechs Transformatorenzellen angebaut. Das Schalthaus selbst enthält im Erdgeschoß die Oelschalter, im ersten Stockwerk die Sammelschienen mit Trennmessern und die Drosselspulen und im 2. Stockwerk die Spannungswandler sowie die Ausführungen. In der Südwestecke des Schalthauses befindet sich die 10 000-Volt-Anlage für den aus dem Montafonerwerk bezogenen Drehstrom, der gegenwärtig als Hilfsstrom für Bauzwecke und in Hinkunft für Nebenzwecke des Werkbetriebes bezogen wird.

Der einstöckige Südbau enthält im Kellergeschoß die Akkumulatorenbatterien, im Erdgeschoß die Oelfilteranlage und im ersten Stockwerke Kanzleiräume. Im Dachraum sind zwei eiserne Behälter für das Kühlwasser der Transformatoren von zusammen 78 m³ Fassungsraum untergebracht. Das Kühlwasser wird aus dem Unterwasserkanal mit elektrischen Pumpen hinaufgefördert.

Der Werkstättenbau ist 49,4 m lang und 8,5 m breit, einstöckig; im Erdgeschosse befindet sich eine geräumige, in das 1. Stockwerk hinaufreichende Montagehalle, eine Schmiede und Reparaturwerkstätte, das restliche erste Stockwerk enthält Magazine. Der örtlichen Lage an der Berglehne entsprechend ist der Oberstock von dem über Festpunkt VII gehenden Umfahrungsweg (Kote 1025,1 m) zugänglich.

In Hinsicht auf seine elektrotechnische Ausrüstung besteht das Spullerseewerk im künftigen vollständigen Ausbau aus sechs gleichen Einphasenstromerzeugern, von denen im ersten Ausbau drei zur Aufstellung gelangen. Jeder Einphasenstromerzeuger mit einer Spannung von 6000 Volt ist mit einer Nebenschluß-Erregermaschine unmittelbar gekuppelt und arbeitet über einen Transformator mit den übrigen Stromerzeugern auf ein 50 000-Volt-Doppelsammelschienensystem, von dem die beiden Fernleitungen einerseits zum Ruetzwerk und anderseits nach Bregenz bzw. Bludenz abzweigen. Die Erregermaschinen der Einphasenstromerzeuger werden normal durch die Hilfserregermaschine eines gemeinsamen Hilfserreger-Umformers erregt. Ein zweiter Umformer ist als Reserve vorgesehen.

An das Kraftwerk ist unmittelbar das Unterwerk Danöfen angebaut und steht mit ihm durch einen Kupplungsschalter in Verbindung.

Das Unterwerk besteht aus zwei, später drei bzw. vier Transformatoren. Diese sind über Trennschalter und Schutzdrosseln an die 50 000-Volt-Sammelschienen angeschlossen. Die Oelschalter sind mit denjenigen auf der Unterspannungsseite gekuppelt. Das Einfach-Sammelschienensystem im Unterwerk ist wahlweise durch den Kupplungsschalter auf ein solches des Doppelsammelschienensystems umschaltbar.

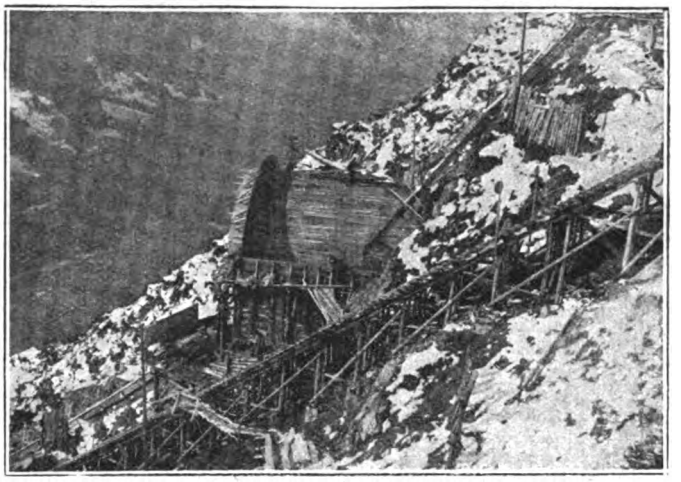


Abbildung 5. Apparatenkammer im Bau (Blick auf das Klösterleital).

Das Doppelsammelschienensystem auf der 15 000-Volt-Seite ermöglicht die Speisung der angeschlossenen Fahrleitungsabschnitte in zwei getrennten Gruppen und das wahlweise Schalten der Transformatoren auf die eine oder andere der beiden Schienengruppen.

Für den Eigenbedarf im Kraftwerke stehen Gleichstrom 220 Volt und Einphasenwechselstrom 220 Volt $16^2/_3$ Per. in der Sekunde zur Verfügung. Ersterer für die verschiedenen Steuer- und Signalstromkreise, Antriebsmotoren der Oelumlauf- und Kühlwasserpumpen, für die Motoren der Krane, Werkstätten, Hilfserregerumformer usw., sowie für die gesamte Beleuchtung; letzterer für die Beheizung des Kraftwerkes und der Nebengebäude.

Die Erzeugung des Gleichstromes 220 Volt erfolgt:

1. durch einen Drehstrom-Gleichstrom-Umformer mit 200 kW Gleichstromleistung. Für den Antrieb dieses Umformers im Anschluß an die 10 000 Volt-Fernleitung der Aktiengesellschaft der Montafonerbahn wird ein Drehstromtransformator für 300 kVA aufgestellt.
2. durch einen Einphasen-Gleichstrom-Umformer für 200 kW Gleichstromleistung, dessen Einphasen-Aysnchronmotor von den 6000-Volt-Hilfssammelschienen gespeist werden.
3. durch eine Akkumulatorenbatterie mit Doppelzellenschalter und Lademöglichkeit durch einen der beiden Umformer.

Für die Lieferung von Einphasenstrom 220 Volt, $16^2/_3$ Per./sek dienen zwei Einphasenwechselstromtransformatoren, 6000 auf 220 Volt für je 150 kVA, gespeist von den 6000-Volt-Hilfssammelschienen.

Die Einphasen-Wechselstromerzeuger haben eine Leistung von 3000 kVA dauernd und anschließend daran 5400 kVA durch 30 min. oder 7500 kVA durch 6 Minuten; Spannung 6000—6500 Volt bei gleichbleibender Leistung; Periodenzahl $16^2/_3$ i. d. sec; Drehzahl: 333 in der Min. Ausführung: vollständig gekapselt mit knapp an den Läufer angebauten Schwungrad mit Eigenlüftung, zweiteiligem Ständer, Grundplatte und zwei Lagern mit Wasserkühlung. Welle und Kupplungsflansch zur unmittelbaren Kupplung mit der Antriebsturbine. Das Schwungmoment des Läufers beträgt 120 tm², dasjenige des Schwungrades 100 tm². Außerdem werden noch 50 tm² in der Turbine untergebracht, so daß der ganze Maschinensatz ein Schwungmoment von 270 tm² besitzt.

Die im Kraftwerk zur Aufstellung gelangenden Einphasen-Wechselstrom-Transformatoren haben außenliegende Oelkühlung und eine Leistung von 3000 kVA dauernd und

Digitized by Google

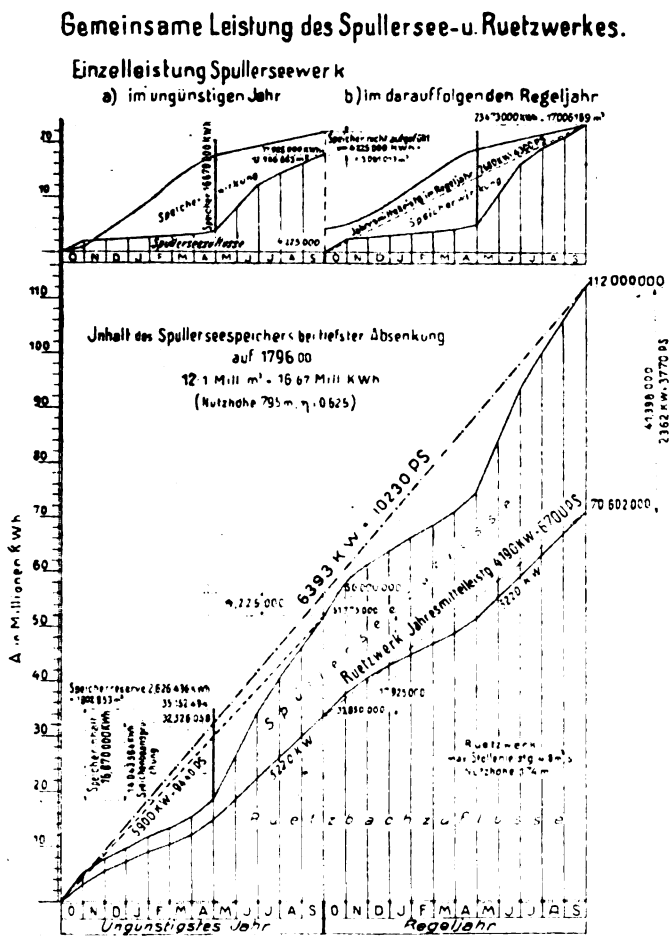


Abbildung 7.

anschließend daran 5400 kVA durch 30 min. oder 7500 kVA durch 6 Min. Spannung 6000/50 000 bis 6600/55 000 Volt bei gleichbleibender Leistung.

Die Ausführung der gesamten elektrotechnischen Ausrüstung des Kraftwerkes ist den Oesterreichischen Siemens-Schuckertwerken übertragen.

Die Architektur der Hochbauten der Zentrale sollte einerseits ihre Zweckbestimmung betonen, andererseits die Bedeutung der Baulichkeiten zum Ausdruck bringen; durch leise Anlehnung an die barocke Formensprache wurde der Zusammenhang mit der Glanzzeit der größeren Bauten der Alpenländer gewahrt.

Die Ableitung des Unterwassers findet beim Vollausbau entsprechend der Zahl der Maschinengruppen durch 6 Stichkanäle von je 1,5 m Lichtweite statt, die in den gemeinsamen Unterwasserkanal einmünden. Die Grundrißführung der Stichkanäle ist zwecks erleichterter Abführung des Wassers unter einem Winkel von 30° gegen die Hauptlängsachse geneigt. Jeder Stichkanal ist mit einem Entlüftungsschacht und vor der Einmündung in den Unterwasserkanal mit einem Meßüberfall ausgestattet.

Der 2,5 m breite, 2 m hohe, mit halbkreisförmigem Gewölbe überdeckte Unterwasserkanal verläuft in der geradlinigen Verlängerung der Druckrohrtrasse, unterfährt die Arlbergstraße und geht rund 70 m südlich von derselben in ein treppenförmig gestuftes, offenes Gerinne von 2,50 m Breite über. Der Graben mündet schließlich in den Spreubach, welcher beiderseits dieser Einmündung auf kurze Strecken reguliert wird.

Für die beim Betrieb des Werkes tätigen Bediensteten wurde in der Nähe des Krafthauses eine Siedlungsanlage geschaffen.

Unter tunlichster Anpassung an die landesübliche Bauweise sollen insgesamt fünf Gebäude zur Ausführung kommen, von denen jedoch zunächst nur vier hergestellt wurden. In einem der Wohngebäude werden der Werksleiter und ein Werkmeister untergebracht, die übrigen Gebäude erhalten je vier Wohnungen, bestehend aus zwei Zimmern und einer Wohnküche. Jede Wohnung erhält unter Ausnutzung der Geländeverhältnisse einen eigenen Eingang, ein Stück Ackerland und einen an das Haus angebauten Kleintierstall. In jedem Wohnhause befindet sich überdies eine Waschküche und ein gemeinsames Bad. Einzelne dieser Baulichkeiten dienen vorläufig für Wohn- und Kanzleizwecke des Baubetriebes.

Die Leistung des Werkes ist im Zusammenhalt mit der Leistung des Ruetzwerkes zu beurteilen; dem Spullerseewerke obliegt die Aufgabe, durch Heranziehung eines Jahresspeichers die Niederwasserleistung des Ruetzwerkes weitgehend aufzubessern und andererseits die großen Betriebsspitzen zu übernehmen.

Die Jahresmittelleistung des Ruetzwerkes, dessen Sommerleistung durch das Leitungsvermögen des Stollens mit 4,8 m³/sek begrenzt ist, beträgt 4190 kW oder 6700 PS., seine Winterleistung kann im Februar des ungünstigsten Jahres bis 1940 kW, an einzelnen Frosttagen sogar bis auf rund 800 kW herabsinken. Die Jahresmittelleistung des Spullerseewerkes bei voller Ausnützung der Zuflüsse beträgt 2680 kW = 4300 PS.

Maßgebend ist jedoch die Gesamt-leistung beider Werke; der Bahnbetrieb stellt die wichtige Forderung, daß die Gesamtleistung ganzjährig gleichbleibend sein muß.

Wie im Schaubild Abb. 7 dargestellt ist, wurde die Gesamtleistung vorsichtshalber für die Kombination eines ungünstigsten Jahres mit einem darauffolgenden Regeljahr ermittelt.

Es ergibt sich hierbei eine ganzjährig gleichbleibende Gesamtleistung von rund 6400 kW oder 10 230 PS., entsprechend einer Jahresarbeit von 56 Millionen kWh. Der Speicher, dessen ausnützbares Maß zwischen den Höhen-Koten 1796 m und 1525 m 12,1 Millionen m³ oder 16,67 Millionen kWh beträgt, wird hierbei nicht zur Gänze ausgeschöpft, sondern es erübrigt eine Reserve von rund 2 Millionen m³ für Verdunstung, allfällige Wasserverluste und unvorhergesehene Zwischenfälle. Wie aus Abb. 7 a und b ersichtlich, fällt der Hauptanteil der Arbeit im Winter auf das Spullerseewerk (Leistungsanteil 2200 kW = 3500 PS.), im Sommer auf das Ruetzwerk (Leistungsanteil 4200 kW = 6700 PS.).

Die erwähnten unmittelbaren Abflußbeobachtungen des Jahres 1921, 1922 und 1923 ergeben für das Kalenderjahr 1921 eine Abflußmenge von 15,2 Millionen m³, für das Kalenderjahr 1922 eine solche von 21,1 Millionen m³; für die hydrologischen, von Oktober bis Ende September reichenden Jahre wurden folgende Abflußmengen ermittelt:

1920/1921	14,2 Millionen m³,
1921/1922	22,7 Millionen m³,
1922/1923	14,7 Millionen m³.

Berücksichtigt man, daß das hydrologische Jahr 1920/21 in den Alpen ein katastrophales Niederwasserjahr war, so erscheinen die in Abb. 7 getroffenen Annahmen vollkommen bestätigt.

Von großer Wichtigkeit ist die Deckung der hohen Betriebsspitzen; können doch auf den beiden Steilrampen des Arlberges (Ostrampe 26%, Westrampe 31%) unter Umständen sechs schwere Züge gleichzeitig anführen. Für diese Spitzenleistung stehen nach dem Vollausbau fünf Maschinengruppen von je 8000 PS., zusammen also 40 000 PS. mit einem weiteren Reserveaggregate von von 8000 PS. zur Verfügung.

Angesichts der schwer zugänglichen Lage der Baustellen für die Seesperren, den Stollen und das Wasserschloß mußte eine Reihe von Hilfsanlagen geschaffen werden, welche zu den Besonderheiten eines Hochgbirgsbaues gehören.

Zur Förderung der Baustoffe an die Arbeitsstelle „Spullersee" dient eine Seilschwebebahn. Sie beginnt unweit der Eisenbahnstation Danöfen, ihre Talstation liegt

Digitized by Google

1088 m, die Bergstation 1823 m über dem Meere; die Seilbahn überwindet somit einen Höhenunterschied von 735 m bei einer Länge im Grundriß von 2375 m, bzw. schief gemessen von 2800 m.

Die Seilbahn führt aus dem Klostertale zunächst auf den Batzig, übersetzt von hier mit einer einzigen Spannweite von 842 m die Spreubachschlucht, über der die Tragseile 400 m hoch schweben. Jenseits dieser Schlucht fährt die Bahn sodann über Vornetz (in 1860 m Meereshöhe) bis gegen das südliche Ufer des Spullersees. Der Antrieb erfolgt in der Bergstation mittels eines 34 PS Drehstrommotors.

Diese Schwebeseilbahn ist auf 27 hölzernen Tragseilstützen, einer Streckenspannstation und einer Kuppenüberführung montiert. Sie ist mit zwei 2,5 m voneinander

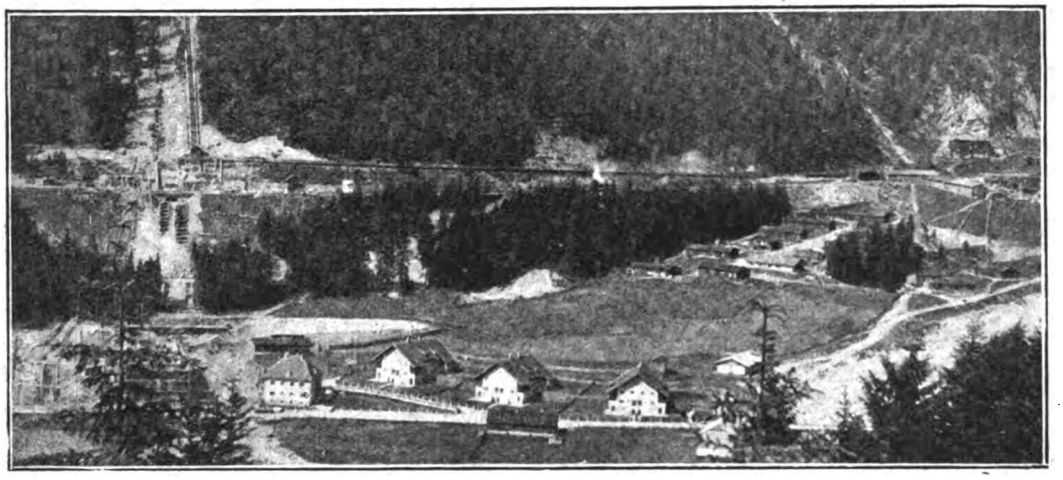


Abbildung 8. Werkplatz. Links: Centrale im Bau, darüber Bahnbrücke über die Rohrleitung und Kopfstation des Schrägaufzuges. Vorne: Werkswohnungen, rechts Lager und Werkstätten, Steinbruch und Talstation der Schwebebahn.

abstehenden Tragseilen und einem endlosen Zugseil ausgestattet und dient lediglich zur Materialförderung. Die Tragseile sind aus Tiegelgußstahl, haben einen Durchmesser von 20 mm und eine Bruchfestigkeit für den mm² von 140—150 kg. Das Zugseil ist ebenfalls aus Tiegelgußstahl in Litzenkonstruktion, besitzt einen Durchmesser von 14 mm und dieselbe Bruchfestigkeit.

Die Spannung des Drahtseiles von der Bergstation bis zur Zwischenstation auf dem Vornetz und von letzterem bis zur Talstation in Danöfen wurde mit dem Dynamometer auf je 5600 kg eingestellt. Das Zugseil geht in der Talstation über eine wagrechte Seilscheibe von 2500 mm Durchmesser, die mit einer Spanngabel au. einem Spannschlitten von einem Spannseil durch einen Gewichtskasten in einer beständigen Spannung von 1,5 t gehalten wird.

Die Tagesleistung der Seilschwebebahn kann bei achtstündigem Betriebe bis zu 32000 kg betragen; eingestellt sind 24 bzw. 28 Plattformwagen. Das zuständige Ladegewicht für einen Wagen beträgt 200 kg. Diese Wagen laufen in einer Entfernung von 270 m mit einer Geschwindigkeit von 1,5 m in der Sekunde, legen demnach den Weg von der Talstation Danöfen bis zur Bergstation am Spullersee in 27 Minuten zurück. Die Seilbahn ermöglicht auch die Förderung von Langholz bis zu 10 m Länge im Gewichte von 500 kg auf zwei Gehängen, wobei in solchem Falle vor und hinter der Langholzförderung eine eineinhalbfache Wagenentfernung eingehalten wird. Besonders hervorzuheben sind die großen Schwierigkeiten, die das wildzerrissene Hochgebirge der Bauausführung dieser Schwebeseilbahn entgegenstellte. Die maschinelle Einrichtung der Seilbahn wurde von der Firma R. Ph. Waagner, Biro & Kurz in Wien geliefert.

Zur Beförderung von Baumaterialien aller Art, sowie von Mannschaft und Lebensmitteln vom Bahnhofe Danöfen zum Wasserschlosse auf die Grafenspitze wurde ein Schrägaufzug (Abb. 6 und 8) hergestellt, dessen besondere Aufgabe die Zuförderung der Druckrohre für die Montage ist, weshalb die Achse des Schrägaufzuges parallel zur Druckrohrleitung in 10 m Abstand verläuft.

Der Aufzug ist dreischienig, im mittleren, zu einer Ausweiche ausgestalteten Teile sind vier Schienen angeordnet. Die Spurweite beträgt 1 m. Es verkehren zwei Gestellwagen abwechselnd hinauf und hinunter. Die Talstation befindet sich unweit der Eisenbahnstation Danöfen 1073 m, die Bergstation 1818 m über dem Meere. Der Aufzug liegt an der Südlehne des Dürrenberges mit einem durchschnittlichen Neigungswinkel von 33° 45' (im unteren Teile 62%, im oberen Teile 80%) und hat eine schiefe Länge von 1275 m; die wagrechte Länge beträgt 1060 m, der Höhenunterschied rund 700 m. Bei 2 m sekundlicher Geschwindigkeit macht jeder Wagen vier Fahrten in der Stunde, wobei genügend Zeit zum Beladen und Entladen bleibt. Die normale Ladung bei dieser Seilgeschwindigkeit beträgt 1500 kg oder 15 Mann, so daß in einer Stunde 6 t Material oder 60 Mann bergwärts und ebensoviel talwärts befördert werden können.

Für die Förderung der eisernen Druckrohre im Einzelgewicht von höchstens 5000 kg ist die Einrichtung getroffen, daß der Aufzug nur mit 0,5m-sekundlicher Geschwindigkeit fährt. Jeder Gestellwagen besitzt ein doppelt angeordnetes Zugseil, das in der Antriebsstation (Bergstation) um eine vertikale zweirillige, gelederte Seilscheibe und eine einrillige Gegenscheibe gelegt ist und längs der ganzen Strecke von wagrecht liegenden, zwischen den Schienen eingebetteten Walzenrollen getragen wird. In der unteren Station (Talstation) gehen die Seile noch um weitere Scheiben und dann zum Wagen zurück. Die Scheiben in der unteren Station dienen zum Spannen der Seile und sind mit Gewichten aus Beton (750 kg) belastet, die die Seile in andauernd gleicher Spannung erhalten. Der Antrieb des Schrägauszuges erfolgt durch einen 55 PS Drehstrommotor und mittels eines Differenzialgetriebes, das mit drei Geschwindigkeitsstufen arbeiten kann.

Die Zugseile sind aus Gußstahldraht, haben einen Durchmesser von 25 mm, eine Bruchfestigkeit für den mm² von 150 kg und eine Gesamtbruchfestigkeit von 29 t. Die Gestellwagen bestehen aus einem Rahmenwerk aus Profileisen, das unten vier aus Hartguß hergestellte Laufräder und oben eine Plattform trägt, die zusammenklappbar ist, je nachdem Mannschaft oder Rohre befördert werden. Ein Gestellwagen ist 1550 kg schwer.

Für den Oberbau wurden alte Schienen Form X der österr. Staatsbahnen von 33 kg Gewicht auf den laufenden Meter und 7.5 m Länge verwendet. Die Schienen liegen auf 3 m langen Holzquerschwellen.

In Entfernungen von rund 50 m wurden Betonklötze ausgeführt, die vier Schwellen in ihrer Lage festhalten, um dem Abwärtswandern des Gleisstranges vorzubeugen.

Digitized by Google

Der Bau der Schwebeseilbahn begann im Juli 1920 und war am 8. November 1920 beendet. Zur Beurteilung ihrer Leistungsfähigkeit sei angeführt, daß sie im Jahre 1922 an 1262 Stunden in Betrieb war und hiebei 1,760.000 kg. befördert hat.

Der Schrägaufzug ist anfangs Mai 1921 in Benützung genommen worden. Auf ihm wurden z. B. im Jahre 1922 4068 Fahrten vorgenommen und hiebei bergwärts 34 000 Personen und 7,250.000 kg Material und talwärts 22 000 Personen und 1,700.000 kg Material gefördert. Für eine Berg- oder Talfahrt ergibt sich hieraus eine Leistung von 3030 kg.

Zur Beförderung von Bau- und Verbrauchsstoffen vom Bahnhof Danöfen zur Krafthausquelle dient ein Bremsberg (Abb. 8) von 174.5 m Länge, wovon 34.5 m auf ein ungefähr in der Mitte aufgestelltes Holzgerüst entfallen. Es sind zwei Gleise von 60 cm Spurweite, von Mitte zu Mitte 1.75 m entfernt verlegt, die gemeinsam auf 3 m langen Querschwellen aufliegen. Der Betrieb wird mit zwei hölzernen Gestellwagen mit wagrechter Plattform und darauf befestigten Schienen geführt, so daß die Rollbahnwagen unmittelbar auf diese Gestellwagen gefahren und mit ihnen auf- oder abwärts befördert werden können. Durch das Gewicht des beladenen Rollbahnwagens wird der leere bergauf gezogen. Das Bremswerk befindet sich am oberen Ende und knapp neben dem Hauptbahngleis. Das 32 mm Stahldrahtseil ist um mehrrillige Seilscheiben geschlungen und hält an jedem der beiden Enden einen Gestellwagen. Das größtzulässige Ladegewicht (ohne Gewicht des Gestellwagens) beträgt 5000 kg. Vom unteren Ende des Bremsberges ausgehend durchzieht ein Rollbahngleis die Baustelle des Krafthauses.

Die zum Betrieb der Hilfs- und Nebenanlagen benötigte Energie wird aus dem Litzkraftwerke der Montafonerbahn in Schruns gewonnen; da jedoch dieses Werk den Bedarf des Spullerseewerkes an elektrischer Energie aus ihren bestehenden zwei Maschinensätzen (400 PS und 150 PS) nicht decken konnte, mußte noch ein weiteres Aggregat zu der bereits bestehenden 400 PS Turbine aufgestellt werden. Die Kraftübertragung von Schruns bis zum Bauplatze in Danöfen erfolgt mittels einer 13 km langen, 35 mm² Aluminiumleitung und zwar 10 000 Volt Drehstrom mit einer Frequenz von 50 Perioden. An beiden Enden dieser Fernleitung liegt eine Transformatorenstation (Schruns und Danöfen).

Für die Bewältigung der wichtigsten Nebenarbeiten und als Hauptlagerplatz dient das Gelände nächst der Bahnstation Danöfen (Abb. 8), zu welchem ein Schleppgleis angelegt wurde und auf dem die wichtigsten Werkstätten wie Schmiede, Schlosserei und Tischlerei erstellt wurden; auch wurde eine eigene Sägeanlage errichtet und die erforderlichen großen Magazine auf diesem Platze aufgestellt.

Eine Feldbahn mit Benzinlokomotivbetrieb verbindet den am Abhang des Batzig gelegenen Steinbruch über den Lager- und Arbeitsplatz und über die Talstation der Schwebeseilbahn mit der Talstation des Schrägaufzuges.

Die sonstigen zum Baubetrieb notwendigen Hilfsanlagen wie Feldschmieden, Kompressor- und Lüftungsanlagen, Zement- und Dynamitmagazine, Schotterbrechanlagen u. dgl. sind über alle Baustellen verteilt.

Die gesamten baulichen Herstellungen beim Spullerseewerke werden von der Bauunternehmung Zivilingenieur Innerebner & Mayer in Innsbruck durchgeführt, der auch die Erstellung der Bauentwürfe nach den Anordnungen und Weisungen des Elektrisierungsamtes obliegt.

Der erste Ausbau des Ruetzwerkes hat einen Gesamtaufwand von rd. 2.7 Millionen Goldkronen erfordert, die jetzt durchgeführte Erweiterung insgesamt 1.4 Mill. G.K., demnach betragen die Gesamtkosten rd. 4.1 Millionen K.

Beim Ruetzwerk ergibt sich bei alleinigem Betrieb der Mittenwaldbahn bei einem Verbrauche von etwa 5 Millionen kWh/Jahr ein Einheitspreis von 5.2 Goldheller für die kWh.; durch die jetzt mögliche weitergehende Ausnützung (Betrieb der Mittenwaldbahn und der Hauptbahn zusammen 37 Mill. kWh) ermäßigt sich der Einheitspreis auf 1.23 h/kWh.

Beim Spullerseewerk allein ergibt sich unter Zugrundelegung einer Jahresleistung von 23.3 Mill. kWh ein Einheitspreis von 6 Goldheller/kWh.

Für die Zusammenarbeit von Ruetzwerk und Spullerseewerk errechnet sich der Einheitspreis mit 3.1 Goldheller für die kWh, demnach mit dem halben Werte der aus dem Spullerseewerke erzeugten Energie.

Aus dieser Gegenüberstellung ergibt sich die Wirtschaftlichkeit der Zusammenarbeit beider Werke, der speicherlosen Flußkraftanlage (Ruetzwerk) mit dem Speicherwerke (am Spullersee) in treffender Weise, die auch technisch die beste Lösung ergibt, da nur bei dieser Zusammenarbeit die vollkommene und restlose Ausnützung der vom Flußkraftwerke (Ruetzwerk) erzeugten Energie ermöglicht wird.

Im Frühsommer 1923 war die Erweiterung des Ruetzwerkes abgeschlossen und gleichzeitig auch die Streckenausrüstung, sowie alle sonstigen Voraussetzungen für den elektrischen Betrieb in der ersten Teilstrecke gegeben; es wurde daher am 22. Juli 1923 ein elektrischer Teilbetrieb auf der 27 km langen Strecke Innsbruck—Telfs aufgenommen, um zunächst das Personal einzuschulen und die nunmehr in rascher Folge zur Einlieferung gelangenden elektrischen Lokomotiven erproben zu können.

An der Streckenausrüstung in der Fortsetzung Telfs-Landeck wird eifrigst gearbeitet, so daß zu Anfang 1924 der elektrische Teilbetrieb bis Landeck wird ausgedehnt werden können; es wird sonach von diesem Zeitpunkte an in der 73 km langen Strecke Innsbruck—Landeck ein großer Teil der Züge voraussichtlich elektrisch gefahren werden. In dieser Strecke sind zwei Unterwerke (Zirl und Roppen) ausgeführt.

In der weiteren Strecke: Landeck—Bludenz sind die Arbeiten gleichfalls ziemlich weit fortgeschritten; namentlich ist die den Arlberg überschreitende Arlbergpaßleitung fast völlig fertig; die zugehörigen Unterwerke: Flirsch und Danöfen stehen in Arbeit, auch ist nach dem gegenwärtigen Stande der Arbeiten die vorläufige Inbetriebsetzung des Spullerseewerkes mit Ende 1924 zu erwarten. Es ist daher in Aussicht genommen, zu Ende 1924 den elektrischen Teilbetrieb von Landeck bis Bludenz auszudehnen und zwischen Innsbruck und Landeck mit dem elektrischen Vollbetrieb einzusetzen.

Die Kosten der im Eingange genannten gesamten Elektrisierungsmaßnahmen sind im Gesetze vom 23. Juli 1920 mit 5.4 Milliarden Kronen berechnet, wobei vierzigfache Friedenspreise zugrunde gelegt waren.

Die Aufbringung dieser nach damaliger Auffassung ganz horrenden Summe wurde als eine besondere finanzielle Kraftleistung Oesterreichs gewertet; infolge der mittlerweile eingetretenen Geldentwertung (gegenwärtiger Kurs 14 000facher Friedenswert) hat diese Summe eine gewaltige Verschiebung erfahren und es ist gewiß eine erfreuliche Tatsache, daß Oesterreich den Ausbau seiner Wasserkräfte in solchen Zeiten durchführen kann.

Wohl gab es während der bisherigen Baudurchführung mitunter Augenblicke, in denen es des größten Selbstvertrauens bedurfte, um inmitten des unaufhaltsamen Niederbruches der österreichischen Währung den Glauben an die Fortsetzung und Vollendung des begonnenen Werkes nicht völlig zu verlieren.

Heute ist die kritischste Zeit Oesterreichs überwunden und es ist zu erwarten, daß sich nun auch das Ausland für die Elektrisierung unserer Bahnen interessieren und Kapital zur Verfügung stellen werde, das in den zu schaffenden Anlagen genügend Sicherheit findet.

Die bisherigen technischen und finanziellen Leistungen Oesterreichs bei der Elektrisierung seiner Bahnen legen Zeugnis ab von dem ungebrochenen Willen des Bundes und seiner Bevölkerung sich durch eigene Kraft und eigene Tüchtigkeit wieder emporzuarbeiten und im friedlichen Wettstreite der Völker in Ehren zu bestehen.

Digitized by Google

Das Ritom-Kraftwerk der schweizerischen Bundesbahnen[1)]

Zur Speisung der Gotthardstrecke dienen die beiden Kraftwerk Amsteg und Ritom, deren letzteres im Herbst 1920 als erstes Kraftwerk diese wichtigen Weltverkehrsweges endgültig in Betrieb genommen wurde, nachdem schon im Sommer 1919 eine teilweise Stromabgabe erfolgt war. Das Kraftwerk steht am linken Tessin-Ufer (Abb. 1) auf einer Höhe von 1010,50 m bei der Einmündung des Fossebaches in den Tessin bei Piotta, dessen Gefälle hier zur Ausnutzung kommt. Der Ritom-See (Abb. 2) wurde zu einem Speicherbecken von 27,5 Millionen cbm nutzbaren Inhaltes mit einem Stauspiegel von 1838,5 m herangezogen, so daß ein größtes Gefälle von 828 m verfügbar ist. Vom Stausee aus wird das Wasser durch einen rd. 900 m langen Druckstollen mit Betonauskleidung dem Wasserschloß zugeführt. Der See ist etwa 35 m unter seinem höchsten Stand angezapft, so daß das Ende des Druckstollens unter einem Höchstdruck von 44 m Wasser stehen muß. — Es ist erinnnerlich, daß der Druckstollen am 1. 7. 20 kurze Zeit nach Betriebs-Aufnahme Rißbildungen erlitt, die zur nochmaligen Betriebseinstellung und zu durchgreifenden Untersuchungen zwangen und deren Ergebnisse maßgebend für den Entwurf und Bau der weiteren Druckstollen — auch in Deutschland und Oestereich geworden sind. Das Werk ist ein reines Spitzen- und Winterkraftwerk mit einer Ausbauleistung von maximal 6, bisher 4 Maschinensätzen zu je 12 000 PS, das aber bis zur Vollendung des noch im Bau befindlichen Kraftwerkes Amsteg die alleinige Stromlieferung übernehmen muß. Das letztere Kraftwerk nützt unter 276 m Gefälle im ersten Ausbau 6800 PS in 5 Maschinensätzen aus; die Reuß wird durch eine 25 m hohe Staumauer zu einem Tagesspeicher von 200 000 cbm gestaut und von hier durch einen 7 km langen, für 30 cbm/Sek. bemessenen Druckstollen zu dem im Felsen eingesprengten Wasserschloß geführt. Das Kraftwerk Amsteg wird als späteres Grundbelastungswerk mit dem Ritomwerk einerseits durch die Fahrleistung, auf welche die 15 000 V-Generatoren direkt arbeiten, anderseits durch die 60 V-Speiseleistung verbunden sein und außerdem wird auf das neben dem Kraftwerk Amsteg geplante Freiluft-Unterwerk für 120 kV die später aus dem Ausbau der Reuß zwischen Göschenen und Wassen genommene Energie überführt werden, während weiterhin noch ein Zusammenarbeiten auf der 120 kV-Seite mit den Kraftwerken Ruperflwil und Etzel ermöglicht wird. Bei diesem großzügigen Plänen ist aber auch die Hereinziehung kleiner vorhandener Kräfte nicht zu übersehen. Die durch den elektrischen Betrieb entbehrlich gewordene Ventilationsanlage des Gotthardtunnels wird einen Asynchrongenerator von 1500 kVA-Leistung erhalten und als unbedientes Nebenkraftwerk durch eine Kabelleitung auf die Sammelschienen des 1 km entfernten Unterwerkes Göschenen arbeiten. — Entsprechend dem hohen Gefälle von bis zu 828 m und den besonderen Betriebsbedingungen der schweren Vollbahnzugförderung mit seinen stoßweisen Belastungen, Entlastungen und nicht seltenen Kurzschlüssen boten die Turbinen, Regler und Nebenteile zahlreiche Einzelaufgaben. Jeder Maschinensatz von 12 200 PS bei 333⅓ Umdr./Min. (Abb. 3 und 4) in Dreilagerausführung mit einer rotierenden Masse (Generatorpolrad und Turbinen-

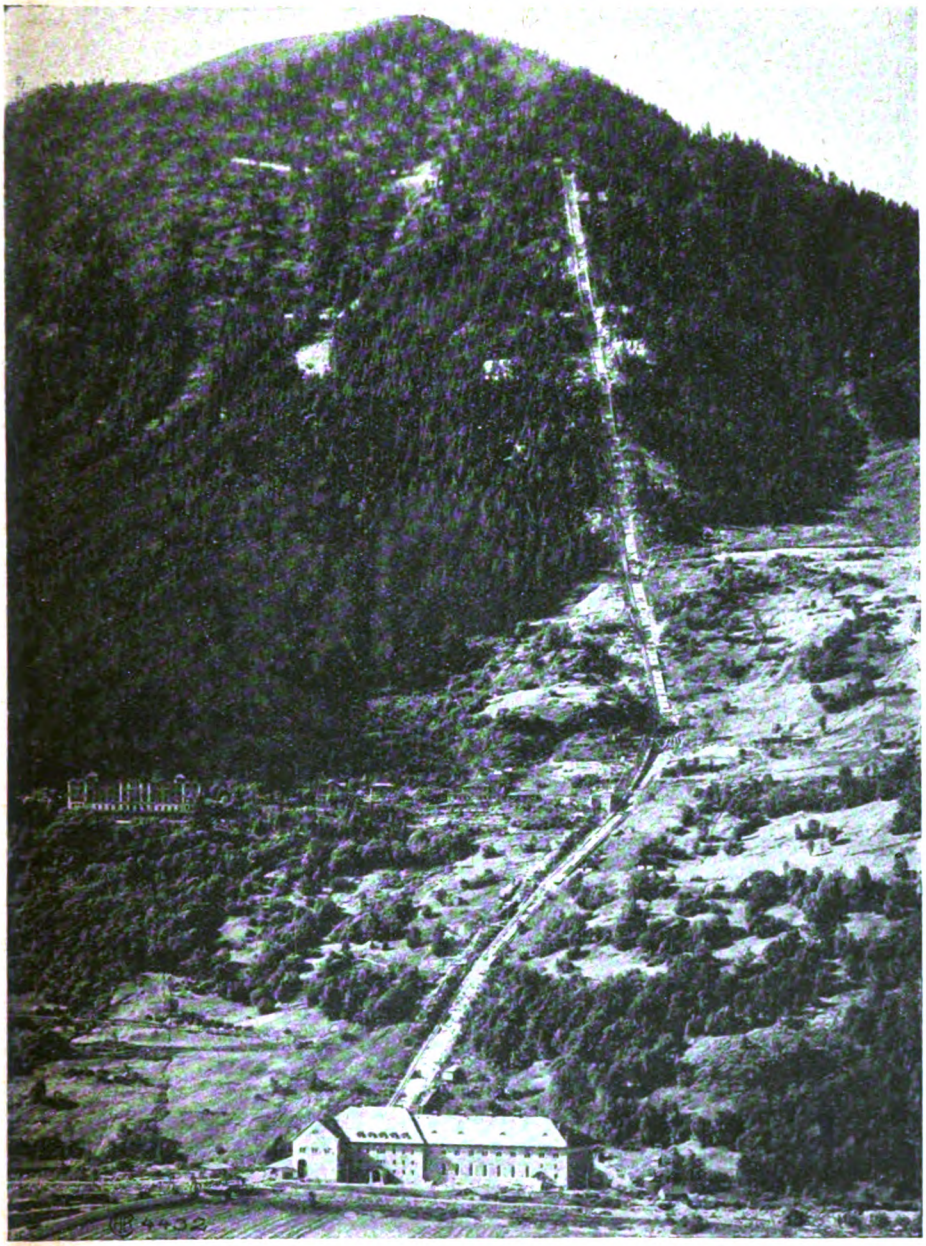


Abbildung 1. Ritom-Kraftwerk mit Druckleitung

1) Vgl.: Die Elektrisierung der Strecke Luzern-Chiasso der S.B.B. Von Dr. techn. K. Sachs. E. T. Z. 1923, H. 1 und 2. — Turbinen und Regler des Kraftwerkes Ritom der S. B. B. Von Dipl.-ing. V. Gelpke. Z. d. V. d. I. 1923, H. 18. — Die Generatoren des S. B. B.-Kraftwerkes Ritom. S. B. B.-Mitteilungen 1922, Heft 3. — Zusammenbau und Versuche an den Einphasen-Generatoren des Bahnkraftwerkes Ritom. B. B. C.-Mitteilungen 1923, H. 5/7.

Digitized by Google

laufrad) von zus. mehr als 90 t und einem GD^2 von 425 000 km m^2 besteht aus einer Freistrahlturbine mit einer Düse mit Nadelregulierung und Strahlablenker. Das Laufrad von 3750 mm Außendurchmesser bezw. 3250 mm Strahlkreisdurchmesser besitzt 30 Stahlguß-Schaufeln, welche mit je 2 beiderseits der Radscheibe sitzenden Lappen durch je 2 leicht kegelige Bolzen, welche ihrerseits wieder in der Länge nach aufgeschnittenen Buchsen sitzen (Abb. 5). Diese sorgfältige Ausbildung war mit Rücksicht auf die Umfangsgeschwindigkeit beim Durchgehen von 119,4 m/Sek. und die hohe Umfangskraft nötig. Das Gehäuse besteht aus einem unten 2 m breiten, sich über Düsenhöhe auf 1 m verjüngenden Gußrahmen, der an die Panzerung des Ablaufschachtes anschließt. In letzteren ist ein begehbarer Rost eingebaut. Mit dem Rahmen ist das einzige Lager der Turbinenwelle, ein Ringschmierlager von 350 mm Bohrung, mit wassergekühlten Lagerschalen fest verbunden. Die Radhaube ist selbst wieder quer geteilt ausgeführt. Ein Schauglas in der Haube mit gegenüberliegender gegen Spritzwasser geschützten Lampe gestattet eine Besichtigung des aus der Düse austretenden Strahles als bequemen Mittels zur Ueberwachung des Zustandes von Düse und Nadel. Neben der Turbine auf der Außenlagerseite ist der Regler aufgestellt, dessen Pendel mit Riemen von der Turbinenwelle aus angetrieben wird und der eine getrennte Oelpumpe für 20 Atm. Druck mit Riemenantrieb und Spannrolle von der Welle aus besitzt. Mit Rücksicht auf die schon erwähnten in der Natur eines Vollbahnbetriebes liegenden Schwierigkeiten wurde der Regelung und der Sicherstellung vor Betriebsunfällen hier seitens der Lieferfirma, Piccard, Pictet & Cie., S. A., Genf, alle nur erdenkliche Sorgfalt gewidmet. Der Servomotor des Oeldruckreglers betätigt unmittelbar den Strahlenablenker, der den

Abbildung 2. Rittomsee, (ursprünglicher Zustand).

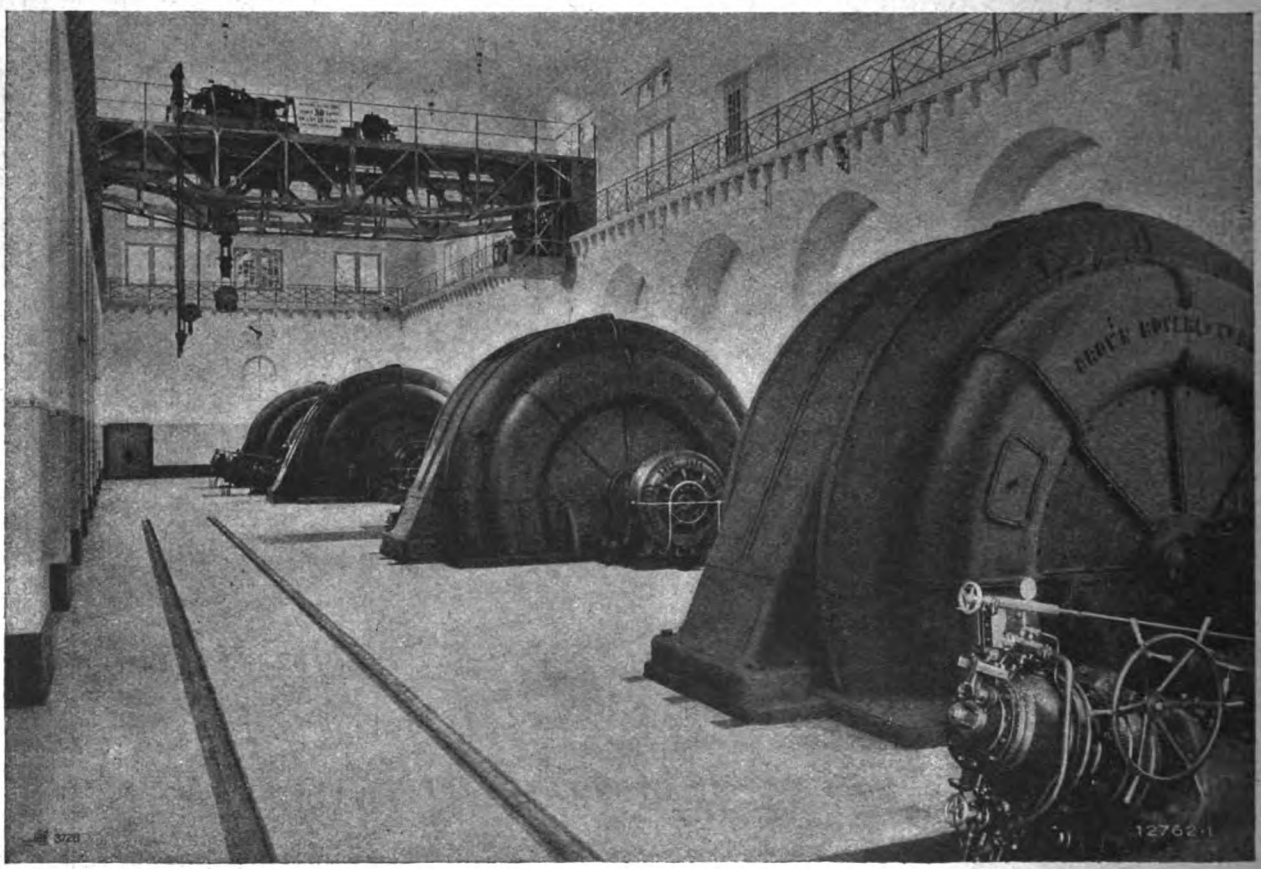


Abbildung 3. Ritomwerk, Inneres des Maschinensaales.

Digitized by Google

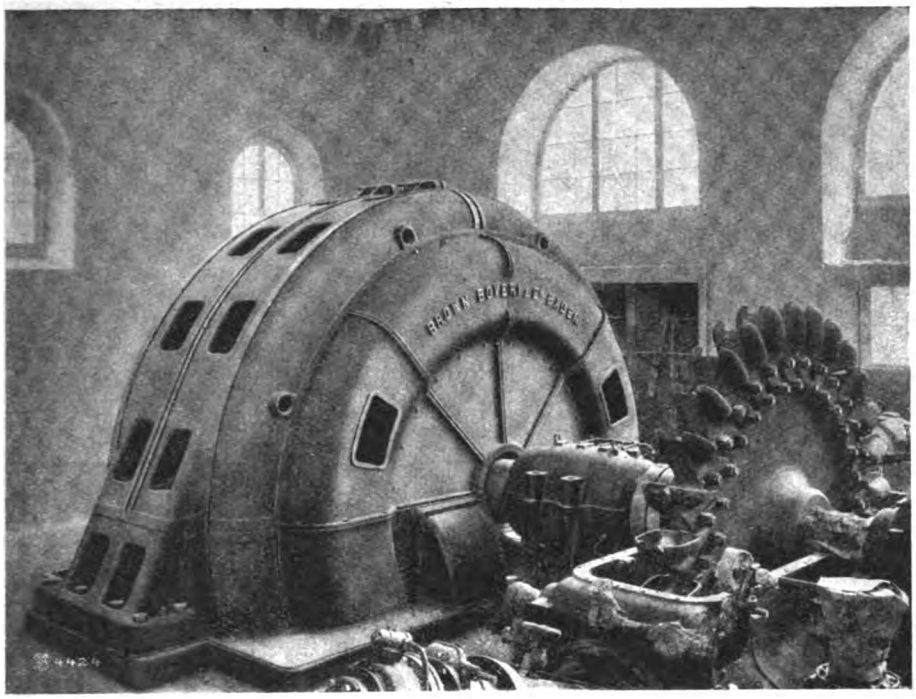


Abbildung 4. Ritomwerk, Turbine von 12200 PS geöffnet und Generator.

vollen Strahlquerschnitt in 2 Sek. abblendet und ihn in 6 Sek. voll freigibt, und dieser steuert vermittelst Hebelübertragung und Gestänge einen kleinen Schieber nach Art einer Dampfmaschinen-Kolbenschiebersteuerung auf dem Spindelstock (in Abb. 3 im Vordergrung sichtbar), der den Druck auf die volle Fläche eines am Nadelschaft sitzenden Differentialkolbens steuert. Durch geeignet Drosselstellen wird erreicht, daß die Nadel zum vollen Oeffnen 20 Sek., zum vollen Schließen 40 Sek. braucht. Das kleine Handrädchen an der Verbindungsstange vom Ablenker zum Nadel-Steuerschieber (Abb. 3) dient zum Steuern der Nadel von Hand mit Oeldruck, das große Griffrad arbeitet mit Schneckentrieb, Schraube und Mutter ausrückbar unmittelbar auf die Nadel zu deren Handverstellung. Der Strahlablenker ist durch ein Handrad am Turbinenregler schwenkbar. Beide Regulierungen können unabhängig von einander handbedient werden. Die Einrichtungen zur Veränderung des Ungleichförmigkeitsgrades und der Drehzahl sind die Ueblichen. Gegen Durchgehen ist jede Turbine durch einen in der Antriebriemenscheibe für die Oelpumpe eingebauten Schwinghebel geschützt, der beim Herausgeschleudertwerden aus seiner Ruhelage einen Kontakt schließt. Der Kontakt, der auch durch Druck auf einen Auslösknopf betätigt werden kann, steuert zunächst einen Zugmagneten an der Steuerung des hydraulischen Hauptabsperrventiles auf Schließen, das durch eine Blende verlangsamt in etwa 75 Sek. vor sich geht[3]); sodann wird der Ablenker infolge Verschwindens des Wasserdruckes durch den Oeldruck vorgeschwenkt. Beim Ausbleiben des Oeldruckes im Regler wird der Ablenker durch Ueberwiegen des Wasserdruckes aus der Rohrleitung auf den einerseits unter dem Oeldruck, andererseits unter Wasserdruck im Gleichgewicht stehenden Differentialkolben des Servomotors vorgeschwenkt, dasselbe tritt ein, wenn der Pendelriemen abfällt und seine Spannrolle unter dem Zug einer Feder ausschwingt und den Oeldruck entsprechend steuert. Weiter dienen Kontaktmanometer für den Oel- und Wasserdruck zur Betätigung von Warnungssignalen bei unzulässigen Veränderungen. Die Hauptabsperrventile der Turbinen werden durch Druckwasser gesteuert, ebenso die Absperrvorrichtungen für die Bremsdüsen der Turbinen, mit welcher ein 25 mm starker Wasserstrahl gegen die Schaufelrücken unter dem vollen Druck von 80 atm. geschleudert wird. Ein Auslaufen der Turbine bei abgeblendetem Strahl oder geschlossener Düse würde infolge des großen Schwungmomentes von rd. 425 kgm² etwa 60 Minuten dauern, was sowohl für den normalen Betrieb wie erst recht bei Unfällen untunlich ist; durch die Brems- oder Gegendüse kommt die Maschine in etwa 3 Minuten zum Stehen. Die Handsteuerungen für die Hauptabsperr- und die Bremsdüsensteuerventile sind mit Manometer, schreibendem Manometer und Stellungsanzeigern für die Ventile für jede Turbine zu einem Bedienungsstand zusammengebaut. Es würde zu weit führen, hier auf die interessanten Einzelheiten konstruktiver Art der zunächst kompliziert scheinenden vielen Einrichtungen einzugehen und muß deswegen auf den in Anm.[1]) erwähnten Aufsatz von Gelpke verwiesen werden.

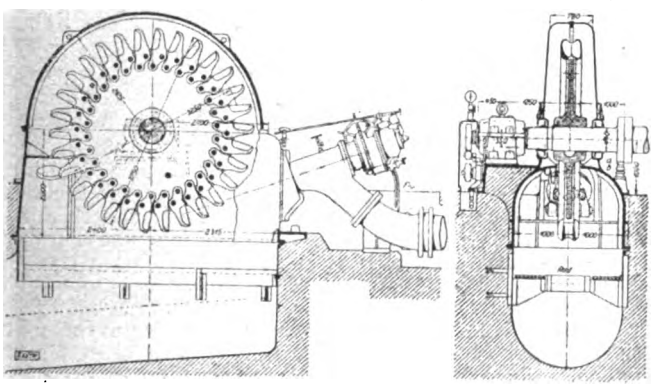


Abbildung 5. Turbine für 12200 PS des Ritomwerkes.

Abb. 4 läßt eine Turbine in Montage mit abgehobener Haube und bereits fertigem Generator erkennen. Es fällt die beschriebene sorgfältige Verbindung zwischen Schaufeln und Radscheibe auf sowie das aus dem hohen Gefälle herrührende Größen-Mißverhältnis zwischen Turbine und Generator.

Jeder Generator von Brown, Boveri & Co. — es sind dies die größten Bahngeneratoren auf dem Kontinent — leistet dauernd 9000 kVA und 1½stündig 11 500 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}75$ und ist für eine Spannung von 15 000 V zur unmittelbaren Speisung in die Fahrleitung gewickelt, demzufolge mit Rücksicht auf die große Gefährdung durch Ueberspannungen eine Prüfspannung von 55 000 V Scheitelwert vorgeschrieben war. Die Frequenz beträgt 16⅔ Perioden. Die Wicklungen, insbesondere die Stirnverbindungen, mußten im Hinblick auf die in den Tunnels usw. zu erwartenden schweren Kurzschlüsse und deren zerstörende Kraftwirkungen außerordentlich stark versteift werden, bei den Abnahmeversuchen wurden die Generatoren bei normaler Spannung von 7500 V (mit welcher zunächst der Betrieb aus fahrtechnischen Gründen aufgenommen worden war) direkt auf einen zwischen Fahrdraht und Schiene hergestellten Kurzschluß (Kupferdraht) geschaltet, nachdem an Stirnverbindungen Schreibvorrichtungen zur Aufzeichnung allfälliger Formänderungen und an anderen Stirnverbindungen Papierstreifen angebracht waren, welche bei Verbiegungen abreißen mußten. Es konnten jedoch keine Formänderungen

[3]) Als Durchgehschutz arbeitet diese Einrichtung wohl zu langsam und wäre eine Ablenkersteuerung wohl geeigneter, vgl. Reindl, Schutz gegen das Durchgehen von Wasserturbinen. E. & M. 1923, H. 39, S. 566.

Digitized by Google

nachgewiesen werden. Die Maschinen sind völlig gekapselt ausgeführt, um die gewaltige zur Abführung der Verlustwärme von max. 500 kW nötige Luftmenge von 26 cbm/Sek. bei 60 mm W.S. Pressung in den geregelten Bahnen und geräuschlos aus dem Rohrleitungshaus möglichst staubfrei anzusaugen und ins freie, zur Winterzeit zum Teil in den Maschinensaal und das Schalthaus zu befördern.

Der Stator kann nach Lösen der Füsse, da er sich auf 4 Rollen in der Fundamentgrube legt, zum Auswechseln unterer Spulen leicht mit Hilfe des Krahns gedreht werden.

Jeder Generator besitzt eine fliegend angebrachte Erreger-Maschine für 90 kW Leistung bei 165 Volt, welche ausschließlich im Nebenschluß geregelt wird, so daß keine großen Hauptstromwiderstände vorhanden sind. Für die Regulierung besitzt jeder Generator einen B.B.C.-Schnellregler, der mit Einrichtung zur Verminderung der Erregung beim Durchgehen einer Maschine sowie bei Netzkurzschlüßen versehen ist. Letztere Einrichtung (Ueberstromregler) schwächt den Kurzschlußstrom wesentlich ab und vermeidet es, daß die parallel laufenden Maschinen bezw. Werke auseinanderfallen und erst wieder synchronisiert werden müssen. Die Spannregler sind außerdem noch mit sog. Kompensations-Einrichtung versehen, d. h. sie stellen im Parallelbetrieb mit anderen Kraftwerken auf gleiche Leistungsabgabe und günstigste Phasenverschiebung ein. Zum Parallelschalter ist eine selbsttätige Parallelschalteinrichtung Bauart B.B.C. vorhanden.

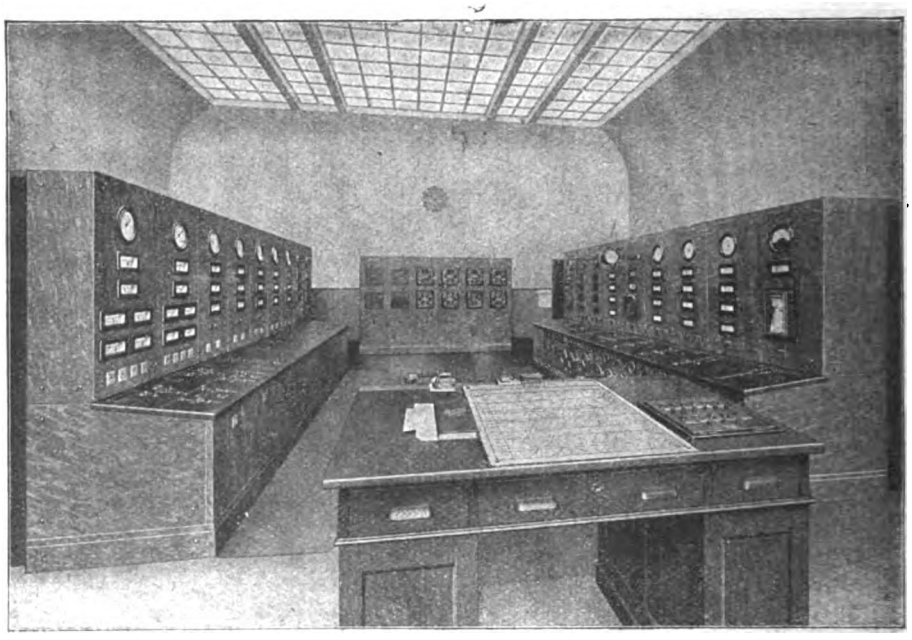


Abbildung 6. Bedienungsraum der Schalt-Anlage im Ritom-Kraftwerk.

Von den Schwierigkeiten des Aufbaues solcher gewaltiger elektrischer Maschinen — das Gesamtgewicht eines Generators ist 222 t, der rotierende Teil wiegt 80 t, die Welle 11 t — an Ort und Stelle kann man sich ein Bild machen wenn man bedenkt, daß infolge der großen Abmessungen und Gewichte der Ständer vierteilig ausgeführt und die Wicklung erst am Ort eingelegt werden mußte und daß ebenso auch die Welle erst am Ort in den Läuferstern eingeschrumpft werden mußte, der über einer dazu hergestellten Grube liegend angewärmt wurde, wonach die am Kran senkrecht hängende Welle in die Läuferbohrung hineingelassen und die Schrumpfringe aufgebracht wurden.

Das Kraftwerk besteht baulich, wie Abb. 1 zeigt, aus zwei in rechtem Winkel zu einander stehenden Flügeln. Der den Giebel zeigende Flügel enthält den Maschinensaal von rd. 58 m Länge (erster Ausbau für 4 Maschinen) bei rd. 13,50 m Breite zwischen den Pfeilern und etwa 12 m lichter Höhe mit nebenliegende geräumigem Rohrleitungshaus, das auch die Absperrvorrichtungen enthält. Im vollen Ausbau für 6 Maschinen wird dieser Bau noch vorne um etwa 30 m verlängert, so daß ein T-förmiger Grundriß entsthet. Den längeren Schenkel des Winkels beyw. später die Grundlinie des T bildet das ausgedehnte Schalt- und Transformatorenhaus für die 15 kV- und 60 kV-Seite mit 3—4 übereinander liegenden Stockwerken, das bei etwa 20,4 m lichter Breite und 78,60 m Länge ebensoviel Raum als das Maschinenhaus im vollen Ausbau einnimmt. Im 2. Obergeschoß des Schalthauses vom Maschinensaal getrennt, liegt der Bedienungsraum für die Maschinen- und Schaltanlage, darunter die Hilfsanlagen (Umformerraum, Batterieraum, Personalräume), anschließend gegen die Gebäudemitte zu die Sammelschienen- und Schalterräume für 15 kV. Den rechten längeren Gebäudeteil nehmen die nach rückwärts sich öffnenden Transformatorzellen für die Oeltransformatoren von je 10 000 kVA normal und 12 000 kVA maximal, 15/60 kV. Hochspannungsschalter und die Montagehalle, darüber die Schalter- und Ausführungsräume der 60 kV-Seite ein.

Das Ritomwerk als neuzeitliches Bahnkraftwerk besonders für Spitzendeckung spielt vermöge seines eben die Speicherfähigkeit begründenden hohen Gefälles im Energiehaushalt des Schweizerischen Bundesbahnnetzes ungefähr diegleiche Rolle wie bei uns der Bahnteil des Walchenseewerkes wobei vergleichsweise erwähnt sei, daß im Walchenseewerk 4 Maschinensätze von je max. 18 000 PS unter 192 m Gefälle, zusammen also 72 000 PS den vollen Ausbau für den Bahnteil bilden gegenüber $6 \times 12\,200$ PS $= 73\,200$ PS unter bis zu 828 m Gefälle im Ritomwerk.

Rdl.

Rundschau

Bahnelektrisierung

Ueber die Ausbreitung des elektrischen Bahnbetriebes in Italien und der Schweiz berichten die V.d.I.-Nachrichten vom 29. Aug. Die beiden in gleicher Lage — Armut an Kohle und Reichtum an Wasserkraft — befindlichen Länder stehen hinsichtlich Elektrisierung ihrer Bahnen an erster Stelle. Schon 1901 hatte Italien die 60 km lange Strecke Mailand—Varese elektrisiert (Gleichstrom 650 V), 1902 folgte der Drehstrombetrieb (3000 V) mit schweren Lokomotiven auf der Valtellinabahn (106 km Streckenlänge). In den nächsten Jahren folgte die Giovilinie, eine schwierige Gebirgsstrecke mit Steigungen von 35‰ und die Hauptbahnlinie Modena—Bussoleno mit dem 13,5 km langen Frejus-Tunnel. Nach Kriegsende wurde die Elektrisierung zunächst mit den restlichen von Turin ausgehenden Strecken weitergeführt (Turin—Chievi, 52 km, und Turin—Bussoleno—Susa) so daß jetzt in Italien rd. 760 km Hauptbahnstrecken elektrisch befahren werden und in etwa 10 Jahren sollen weitere 2000 km elektrisiert sein, womit 50 Prozent des gesamten Kohlenverbrauches der Hauptbahnen (2,5 Millionen t jährl.) durch Wasserkraft ersetzt sein werden. Die neu projektierten Strecken beziehen sich hauptsächlich auf die Umgebung von Rom und Bologna, auf

Digitized by Google

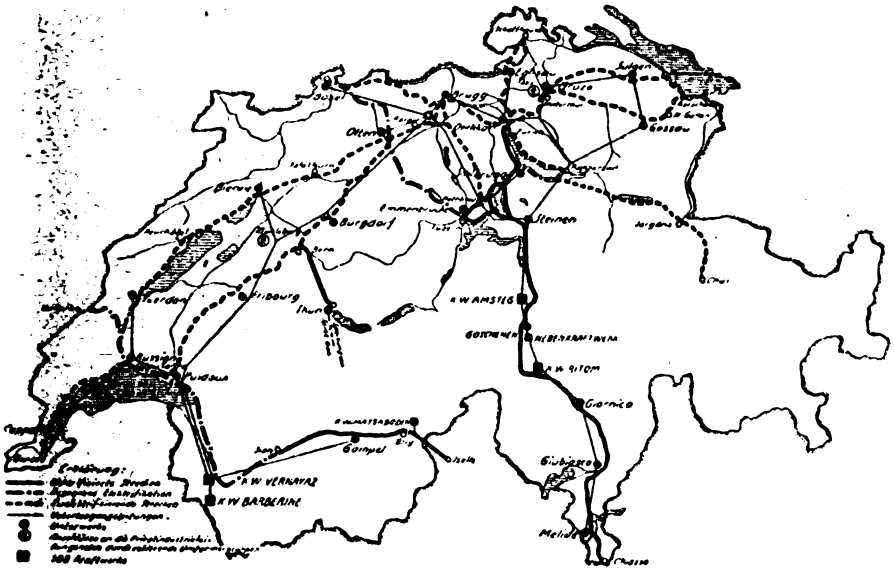


Abbildung 3. Elektrisches Bahnnetz der Schweiz.

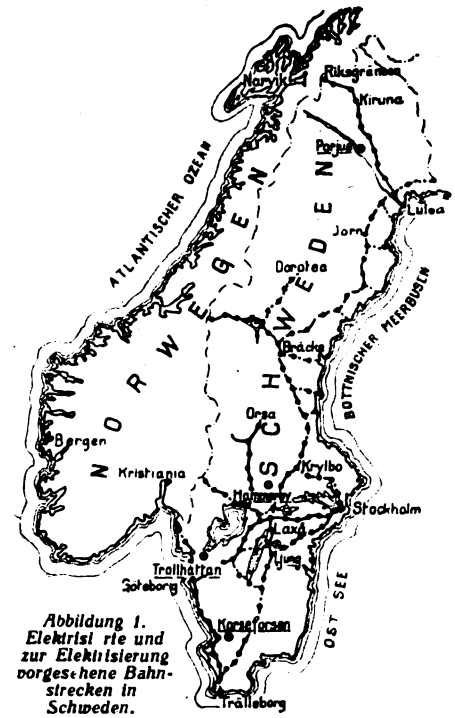


Abbildung 1. Elektrisierte und zur Elektrisierung vorgesehene Bahnstrecken in Schweden.

die Appeninen-Linien, die Strecke Rom—Neapel und Verona—Bozen—Brenner (Anschluß an die österreichische Elektrisierung).

In der Schweiz folgte den ersten Vollbahnversuchen 1905 auf der Strecke Seebach—Wettingen, nachdem schon 1899 die Burgdorf—Thun-Bahn mit Drehstrom in Betrieb gekommen war, im Jahre 1903 der Drehstrombetrieb für den Simplontunnel und später dessen Ausdehnung von Brieg bis Sitten (75 km). Es folgte dann der Uebergang zum Einphasenstrom: die Inbetriebnahme der Gotthardbahn und der Lötschbergbahn noch vor Kriegsbeginn. Bis Anfang 1923 waren in der Schweiz 425 km Hauptbahnen elektrisch befahren (Abb. 3), die Streckenlänge soll sich bis 1926 auf 875 oder auf mehr als ein Drittel der schweizerischen Hauptbahnen vermehren, wofür rund 450 000 PS Wasserkraft zur Verfügung stehen. — In den beiden Ländern wird der Bahnstrombedarf aus solchen Werken bezogen, welche auch für den Industrie- und allgemeinen Bedarf liefern, wodurch erhöhte Wirtschaftlichkeit erreicht werden soll, und man nähert sich damit z. B. der Auffassung der schwedischen Elektrisierung, welche den angeführten Ländern an Leistung kaum nachsteht.

Es darf in diesem Zusammenhang an die ersten Anfänge des Vollbahnbetriebes erinnert werden soweit sie in Deutschland liegen: im Dez. 1892 wurde die erste Drehstrom-Versuchsbahn mit 500 V auf dem Fabrikhof des Charlottenburger Werkes von Siemens & Halske dem preuss. Minister der öffentlichen Arbeiten vorgeführt, welcher 1897 eine Versuchsstrecke für Drehstrombetrieb mit 10 000 V Fahrdrahtspannung und 60 km pro Stunde derselben Firma folgte. 1901—03 erfolgten die bekannten Schnellbahnversuche auf der Militärbahn Marienfelde—Zossen mit Drehstrom von 10 000 V und bis über 200 km Stundengeschwindigkeit und um diese Zeit die Drehstromausrüstung der 23 km langen Vollbahnstrecke Murnau—Oberammergau, die allerdings nicht befriedigend arbeitete und wieder zum Dampfbetrieb überging, bis aus ihr durch Umbau die erste Einphasen-Vollbahn wurde (1905), nachdem ein Jahr vorher in Oesterreich die Schmalspurbahn von Innsbruck ins Stubaital (17 km) mit Einphasenstrom erfolgreich in Betrieb gekommen war. Im Juli 1912 folgte die Inbetriebsetzung der Strecke Garmisch—Mittenwald, im gleichen Oktober die Fortsetzung Mittenwald—Innsbruck und im folgenden Jahr der Strecke Garmisch—Reutte. Es folgten die z. T. erst nach Kriegsende ganz ausgebauten badischen (Wiesentalbahn) und schlesischen Vollbahn-Strecken, sowie der elektrischen Strecken um Halle. Bayern ist trotz seiner bahnbrechenden Anfänge (Murnau—Oberammergau, Mittenwaldbahn und Freilassing—Berchtesgaden) und trotz der großzügigen Pläne, wie sie 1908 in der Denkschrift des bayer. Verkehrsministeriums entwickelt wurden, gegen das wirtschaftlich viel schwächere Deutsch-Oesterreich der Nachkriegszeit leider arg ins ins Hintertreffen gekommen. Rdl.

Neuester Stand der Eisenbahnelektrisierung in verschiedenen Ländern. Das in Schweden durch das Elektrisierungsprojekt Stockholm-Göteborg neugeweckte Interesse für Eisenbahnelektrisierungen gibt dem auf dem Gebiet der Elektrotechnik bekannten schwedischen Fachmann J. Körner Veranlassung, sich in folgender Weise über den neuesten Stand der Elektrisierung der Eisenbahnen in den verschiedenen Ländern auszulassen.

Die schweizerischen Bundesbahnen arbeiten an einer planmäßigen Elektrisierung nach einem 1918 festgesetzten Programm, nach dem in den nächsten 10 Jahren etwa 1500 km für einen Kostenbetrag von ungefähr 700 Millionen Frs. elektrisiert werden sollten. Inbegriffen ist hierin auch das rollende Material (etwa 400 Lokomotiven). Die für den Betrieb erforderliche Energie soll teils aus dem letztgenannten Kraftwerk, teils von den Werken Barberine und Vernayaz im Rhonegebiet und einigen privaten Werken in verschiedenen Teilen des Landes gewonnen werden. Die schweizerische Eisenbahnelektrisierung, deren Hauptziel ist, das Land von auswärtigem Brennstoff unabhängig zu machen, scheint sich verhältnismäßig teuer zu stellen. Tatsächlich kommt der hohe Paritätspreis der Kohle, d. h. der Betrag, welchen die Kohle beim Dampfbetrieb kosten dürfte, um gleiche Kosten beim Dampfbetrieb wie beim elektrischen Betrieb zu verursachen, nur von dem Umstand her, daß die Hauptlinien der Schweizerbahnen in der Kriegs- und Nachkriegszeit zu erheblich überteuerten Preisen elektrisiert wurden, daß ferner die Verkehrsdichte von 1913 noch nicht erreicht und gerade auf Strecken, welche in der Betriebskostenberechnung recht ausschlaggebend sind, wie auf der Gotthardstrecke, weit unterschritten sind und daß endlich die Bahnkraftwerke bei weitem noch nicht voll ausgenützt sind, was sich in der Einstellung der Stromkosten sehr bemerkbar macht. Der weitere Ausbau der Schweizerbahnen allein schon, also die bessere Ausnützung der Kraftwerke und des Materials, erniedrigt den Paritätspreis bezw. erhöht die Rentabilität des elektrischen Betriebes. Man beabsichtigt, auch weiterhin das Einphasensystem anzuwenden.

Digitized by Google

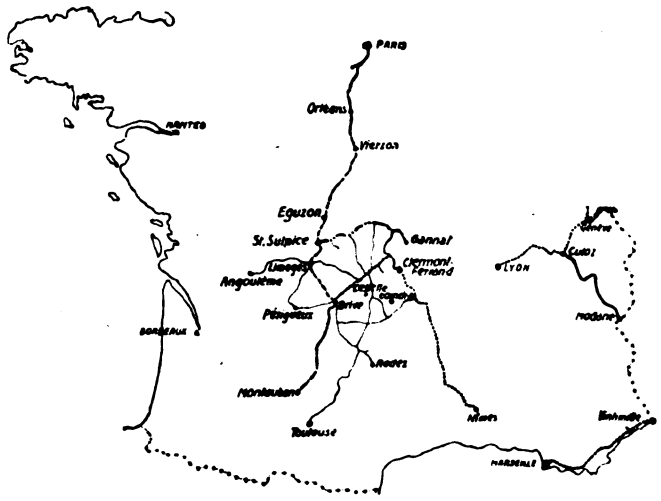


Abbildung 2. Elektrisiertes bezw. hierzu vorgesehenes Bahnnetz in Frankreich.

Die Elektrisierung der Eisenbahnen in Italien wurde schon sehr frühzeitig (um 1900) in Angriff genommen. Durch diese Elektrisierung, die einen Energiebetrag von 600 Millionen kWh jährlich erfordern wird, wird ein entsprechender Jahresverbrauch von 1,25 Mill. t eingeführter Kohle eingespart. Für die schon während des Krieges elektrisierten Strecken war der Gewinn aus der Elektrisierung bei den herrschenden Kohlenpreisen höchst bedeutend. Er erreichte nicht weniger als im Mittel etwa 50 Millionen Lire jährlich, aber auch bei mehr normalen Kohlenpreisen ist die Elektrisierung als ein gutes Geschäft anzusehen.

Die erste Eisenbahnelektrisierung in Frankreich geht etwa bis auf 1900 zurück. Es wurden da die Einfahrtlinien der Orléansbahn nach Paris mit 600 V Gleichstrom und dritter Schiene elektrisiert. Um 1910 und in den darauf folgenden Jahren wurde eine Anzahl den Chemins de fer du Midi gehörigen Strecken mit 25 Perioden-Einphasenstrom elektrisiert. Die weitere Entwicklung dieser Elektrisierung wurde jedoch teilweise infolge des Krieges, teilweise auch auf Grund der Studien, die der Schwachstromstörungsfrage gewidmet werden mußten, abgebrochen. Nach Kriegsschluß wurde die Elektrisierungsfrage von neuem aufgegriffen, diesmal unter Mitwirkung der Regierung und mit einem größeren Programm vor Augen. Die drei großen Eisenbahngesellschaften Paris-Lyon Mediterranée, Chemins de fer du Midi und Chemins de fer Paris-Orléans haben einen großartigen Plan für Elektrisierung von etwa 8000 km im ganzen ausgearbeitet. Der Plan ist schon insoweit in Ausführung begriffen, als sowohl die Orléans- wie die Midibahn Stoffe für einen ersten Bauabschnitt vergeben haben. Die geplante bezw. schon eingeleitete Bahnelektrisierung Frankreichs stützt sich zum Teil wenigstens auf Wasserkraft ab und zwar sollen die im Lauf der nächsten 20 Jahre zu elektrisierenden Strecken von ca. 2500 km Länge aus drei neuen großen Wasserkraftanlagen in Verbindung mit bestehenden Wasser- und Wärmekraftwerken gespeist werden.

Weitere Elektrisierung der Schweizerischen Bundesbahnen. Die Elektrisierungsarbeiten schrieten auf verschiedenen Linien der Schweizerischen Bundesbahnen rüstig vorwärts. Auf der Strecke Thalwil—Richterswil sind in den letzten Monaten die Mastfundamente erstellt worden, ebenso auf der Strecke Zürich—Olten. Auf der Linie Luzern—Olten—Basel wurde die Montage der Tragwerke auf den Stationen und freien Strecken von Rothenburg bis Aarburg vollendet. Teilweise beendet ist ferner die Montage der Uebertragungsleitung für die Linie Sitten—Lausanne. Die letztere Strecke wird voraussichtlich noch Ende dieses Jahres dem elektrischen Betriebe übergeben werden können. Die Eröffnung des elektrischen Betriebes ist ferner vorgesehen: Auf der Strecke Thalwil—Richterswil Anfang 1924, Luzern—Basel Mitte 1924, Zürich—Bern Ende 1925 und Lausanne—Vallorbe—Yverdon Ende 1924.

Versuchsfahrten mit einer österr. Lokomotive für schwere Güterzüge finden dzt. auf der Gotthardstrecke statt. Die Maschine (B.B.C. zusammen mit Florisdorf) ist in Erstfeld stationiert und hat die Versuchsfahrten (sechsmal hinter einander ohne Aufenthalt die Strecke Erstfeld—Biasca mit 380 t am Hacken) gut bestanden.

Mit der Fertigstellung der Elektrisierung der ganzen Arlbergstrecke bis Buchs einerseits, der schweizerischen Anschlußlinie Buchs—Zürich—Basel andererseits und endlich der Giselabahn Innsbruck—Salzburg sind dann die wichtigen Transversal-Linien Basel—Arlberg—Salzburg (später auch Wien) und Basel—Oberitalien durchgehend elektrisch befahren; erstere Linie bildet dann eine gefährliche Konkurrenz mit der Strecke (Paris)—Straßburg—Stuttgart—München—Salzburg. Neben der verkehrstechnischen Seite sind damit weitere erhebliche Schritte nach vorwärts in der Heranziehung der unerschöpflichen Energievorräte des Wassers anstelle der sich stets vermindernden und stets teuerer zu gewinnenden Kohle gemacht und von diesem Gesichtspunkt aus betrachten und begrüßen wir die Bahnelektrisierung als wirtschaftliche Tat.

Elektrisierung der Staatseisenbahnen auf Java. Auch auf Java wird der Umstellung des Bahnverkehrs auf elektrischen Betrieb größte Beachtung gewidmet und zwar sowohl für die Fernbahnen wie auch für den Stadtbahnbetrieb von Batavia. Für den zunächst in Frage kommenden Stadtbahnbetrieb mit einem Durchschnittsbedarf von 4300 PS und Spitzenbedarf von 12 000 PS = Gleichstrombetrieb mit 15 000 Volt Spannung vorgesehen, der Lokalverkehr wird durch Motorwagenzüge, der durchgehende Verkehr mit Lokomotiven bewältigt. Der Strom wird aus einem etwa 90 km entfernten speicherfähigen Wasserkraftwerk mit einer 24-stündigen Leistung von 7500 PS aus 2 Maschinensätzen dieser Größe als Drehstrom erzeugt und mit einer Spannung von 70 KV zwei Unterwerken zur Umwandlung in Gleichstrom zugeleitet. Als Lokomotiven sind für den Gleichstrombetrieb folgende 3 Typen gewählt:

1 Personen- und Güterzug-Lokomotive (1 B — B 1) mit unmittelbaren Zahnradantrieb mit 4 Motoren von zusammen 1200 PS bei 75 km-h Höchstgeschwindigkeit bei 69 t Gesamtgewicht und 6000 kg Zugkraft. Ferner 1 Schnellzugslokomotive mit hochliegenden 4 Motoren und Einzelantrieb Bauart Büchli für eine Hochgeschwindigkeit von 90 km-h, 6100 kg Zugkraft bei 1510 PS Gesamtleistung und 65 t Dienstgewicht. Nach der Form 1 A — A A — A 1.

Sodann eine Schellzugslokomotive (1 B — B 1) mit 4 Motoren mit Zahnradübersetzung und Zwischenwellen mit Kuppelstangenantrieb für 90 km-h Höchstgeschwindigkeit bei 1725 PS Gesamtleistung mit einem Dienstgewicht von 65 t und einer Zugkraft von 8500 kg. Die Spurweite der Javaischen Bahnen beträgt 1 m, der höchste Achst trug 13 t. In die anfallenden Aufträge teilen sich die AEG, Brown, Boverie & Co., die Lokomotivfabrik Winterthur, sowie holländische und amerikanische Firmen.

Rdl.

Wasserkraftnutzung

Ausbau der Wasserkräfte Deutschlands. Nach den eingehenden Verhandlungen, die zum Teil im Wasserwirtschaftlichen Ausschuß des vorläufigen Reichswirtschaftsrates zum Teil in seinen verschiedenen Unterausschüssen geführt wurden, hat der erstere nunmehr die Beratungen über den Ausbau und die Ausnutzung der Wasserkräfte Deutschlands beendet. Er ist dabei zu folgenden Anträgen gekommen, über die in der nächsten Vollversammlung des Reichswirtschaftsrates Beschluß gefaßt werden soll.

„Die Reichsregierung wird ersucht, dahin zu wirken,

1. daß der Ausbau der noch ausbauwürdigen Wasserkräfte Deutschlands mit möglichster Beschleunigung planmäßig und möglichst nach einheitlichen Gesichtspunkten erfolgt;

2. daß im ganzen Reiche die Verleihung von Wasserkräften nicht auf unbegrenzte Zeit und wenigstens grundsätzlich nicht ohne Wasserzinsleistung erfolgt, wenn und so-

Digitized by Google

weit nicht durch die Auflegung eines Wasserzinses die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens und dadurch der Ausbau überhaupt gefährdet wird; der Wasserzins ist nicht nach steuerlichen sondern nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu bemessen und zu verwenden;

3. daß der Ausbau vom Standpunkt des Gemeinwohles aus erfolgt und daß die Beachtung dieses Grundsatzes auch bei den bereits ausgebeuteten Wasserkräften gesichert wird."

Ausbau der italienischen Wasserkräfte. In welchem Maße in Italien der Ausbau der Wasserkräfte als Folge des Krieges und der Kohlenknappheit eingesetzt hat, erhellt daraus, daß seit 1916 allein aus den Werkstätten des Tecnomasio Italiano Brown Boveri, Mailand, Großgeneratoren mit zusammen rund 500 000 kVA Leistung hervorgegangen sind, worunter Maschinen, welche an die höchsten dzt. gebräuchlichen Einzelleistungen heranreichen. Den B.B.C.-Mitteilungen 1923, H. 9/10, entnehmen wir folgende Aufstellung:

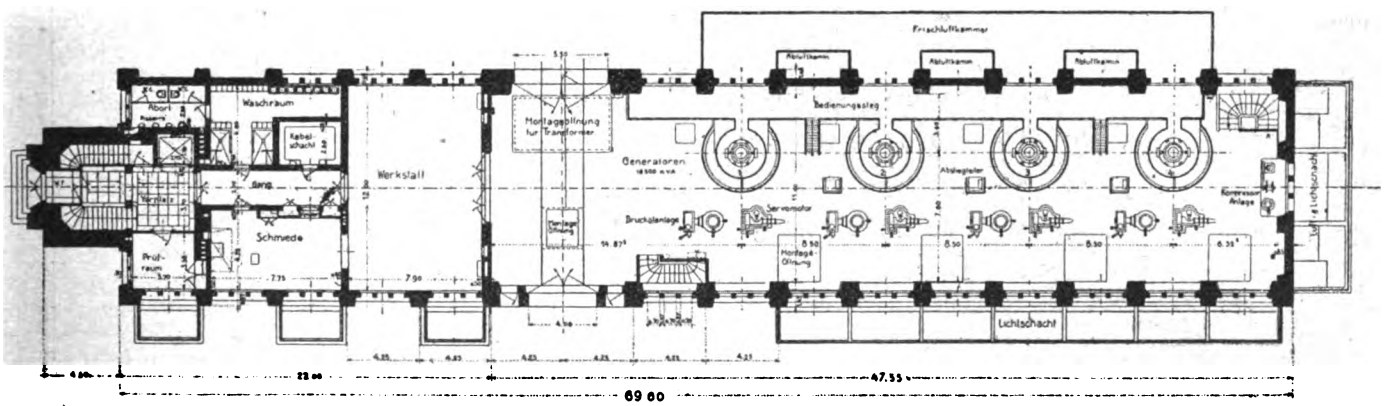
Für 22 000 kVA Leistung bestellte die Società Italiana per l'Utilizzazione delle Force Idrauliche del Veneto für die Kraftwerke Fadalto und Sta. Cooce zwei Einheiten (Drehstrom) für 420 Umdr., die Società Alti Forni einen Drehstromgenerator für 450/500 Umdr. (Kraftwerk Velino) mit vertikaler Welle. — An Drehstrom-Einheiten mit 21 000 kVA erhielt das Kraftwerk Venaus der Soc. delle Force Idrauliche del Moncenisio 3 Maschinen für je 500 Umdr. — Weitere Generatoren bemerkenswert großer Leistung waren: Für das Kraftwerk Isola ein Drehstromgenerator 17 000 kVA bei 504 Umdr., für Terni ein Drehstromgenerator 15 850 kVA bei 600 Umdr., für Valdo zwei Drehstromgeneratoren von je 15 000 kVA bei 504 Umdr., für Carona ein Generator für 15 000 kVA Drehstrom bei 600 Umdr. — In den Größen zwischen 10 000 und 12 000 kVA finden sich insgesamt vier Maschinen verzeichnet. Von Interesse sind noch Doppelfrequenzgeneratoren, welche sowohl Drehstrom 50 Per. für die Überlandversorgung wie auch Drehstrom 16⅔ Per. für Bahnbetrieb — in Italien ist bekanntlich Drehstrom für die Zugförderung die Regel — bei der gleichen Drehzahl liefern und hierzu nur einer Umschaltung der Ständerverbindungen durch einen ferngesteuerten Umschalter bedürfen. Von solchen in Europa erstmals gebauten Maschinen erhielt das Kraftwerk Bardonnecchia der Ital. Staatsbahnen zwei Stück für je 7000 kVA bei 16⅔ Per. bezw. 6000 kVA bei 50 Per., 500 Umdr., 4000 bezw. 7000 Volt, mit angebauten Erregermaschinen für je 160 kW. Zu diesen sämtlich durch Wasserkraft angetriebenen Generatoren kommen noch etwa 30 Maschinen zwischen 6000 und 8600 kVA Leistung. Wenn man bedenkt, daß hier nur die Lieferungen einer einzigen Firma aufgeführt sind, erhält man ein Bild über die Zunahme der Großwasserkraftnutzung Italiens. Rdl.

Die deutschen Reparationen in Frankreich. Zu den Werken von nationaler Bedeutung, die der französische Minister für öffentliche Arbeiten von Deutschland als ein Teil seiner Reparationszahlungen ausgeführt wissen will, gehören die Wasserkraft- und Elektrizitätsunternehmungen sowie die Hafen-, Fluß- und Kanalregulierungen. Den Anfang möchte man machen mit der Rhone, Dordogne und anderen Flüssen, die zur Gewinnung von Wasserkraft in Frage kommen. Das für die Ausnützung der Rhone aufgestellte Projekt hat ungeheure Ausmaße; die Pläne sind seit geraumer Zeit fertig, auch eine Gesetzesvorlage ist bereits von der Kammer verabschiedet. Sie sieht die Schiffbarmachung einer langen Flußstrecke vor, die bis jetzt infolge ihrer Stromschnellen nicht befahren werden konnte, ferner den Bau einer großen Zahl von elektrischen Kraftstationen unter Ausnützung der Wasserkräfte, endlich noch eine riesige Bewässerungsanlage, die ein großes Stück Land für Kulturzwecke erschließen wird. Man trägt sich auch mit dem Gedanken, die P. L. M. und andere Bahnlinien durch die aus der Rhone gewonnene Kraft zu elektrisieren. Die Kosten für Ausführung dieser Arbeiten schätzt man auf 8 Milliarden Francs. Andere Wasserkraft- und Elektrizitätswerke sollen in der Gegend von Truyère mit einem Kostenaufwande von 220 000 000 fr. und bei der Dordogne für 260 000 000 fr. errichtet werden. Etwa eine Milliarde Fr. werden für den Bau des Saar—Mosel—Maas- und für den Maas—Schelde-Kanal veranschlagt. Man glaubt, daß die beiden letzten Unternehmungen in 3—4 Jahren fertiggestellt sein werden. Kr. („Water" Bd. 25, 20. 7. S. 245.)

Wasserkraftwerk Anzanigo in Spanien. Vor kurzem wurde das für die Gesellschaft „Eléctricas Reunidas de Zaragoza" erbaute Wasserkraftwerk „Anzanigo" dem Betrieb übergeben. Das Kraftwerk enthält zwei Francis-Spiralturbinen (Escher Wyß & Co., Zürich, je 3000 PS. bei 48 m Nutzgefälle und 500 Umdr./min., zwei Drehstromgeneratoren je 2750 kVA, cos = 0,75,3300 V, zwei Drehstrom-Transformatoren je 2750 kVA, 3300/3300 V und die Schaltanlage, von der aus die Energie den ausgedehnten 33 kV = Fernleitungen zugeführt wird. Das Kraftwerk liefert im Parallelbetrieb mit zwei bereits bestehenden Wasserkraftwerken den Strom für die Stadt Zaragoza und außerdem für eine 6 km entfernt liegende Kalzium-Karbidfabrik. Der vollständige Ausbau des Kraftwerkes durch eine dritte Gruppe, die als Reserve dienen soll, ist geplant. Kr.

Wasserkraftanlagen

Das Wäggitalwerk in der Schweiz wird hauptsächlich die Lieferung von Winterkraft besorgen und besteht aus einer oberen Stufe mit einem künstlichen Stausee von 140 Millionen cbm Inhalt im hinteren Wäggital, rd. 900 m ü. M., der durch eine 100 m hohe Sperrmauer gebildet wird, und zugehörigem Kraftwerk bei Rempen. Das Unterwasser dieses Kraftwerkes, vereint mit dem Abfluß des Einzugsgebietes, wird durch einen Stollen der zweiten Stufe mit 190 m Gefälle bei Siebnen zugeführt. Bei einer Wassermenge von 30 cbm/Sek. ergibt sich eine Gesamtleistung von 140 000 PS oder 110 Millionen kwh, wobei im Sommer nur das untere Werk im Betrieb ist und jeweils im Winter der obere Stausee, in welchen auch bei Leistungsüberschuß Wasser aus dem Zulaufgebiet des Trebsenbaches bei Rem-



Wäggitalwerk. Grundriss des Maschinensaales Liebnen.

Digitized by Google

pen hinaufgepumpt wird, abgearbeitet wird. Trotz der außerordentlichen Ablösungskosten, welche die Anlage des oberen Stausees mit fast 50 qkm Fläche bedingt, ist bei dem noch herrschenden Mangel an Winterwasserkraft der Bau, in welchen sich die Stadt Zürich und die Nordostschweizerischen Kraftwerke teilen, rentabel.

Die Anlage Siebnen zeigt im Grundriß die Abb. 1. Sie ist bemerkenswert durch die Anwendung von 4 vertikalen Spiralturbinen von je 16 000 PS Leistung, obgleich bei dem Gefälle von 190 m bisher stets Horizontalturbinen verwendet wurden. Der Bedarf an Grundfläche ist allerdings bei der hier vorgesehenen Turbinenbauart wesentlich geringer, dafür ist die Tiefenerstreckung größer und die Ausbildung der Untergeschoße viel verwickelter gegenüber der horizontalen Bauart auf einem Flur. Jede Turbine ist mit einem Drehstromgenerator von 11 300 kw-Leistung bei 8800 V in Schirmbauart gekuppelt. Unter dem 46,6 m langen und 11 m breiten Maschinensaal liegen die Turbinen und die Transformatoren. Die Verlängerung des Maschinenhauses enthält übereinander Oellager, Werkstätten, Batterieraum, Kabelboden, Betätigungsraum der Schaltanlage und Magazin, die Geschoße sind außer durch Treppen auch durch einen Aufzug mit einander verbunden. Die Druckrohrleitung von 785 m Länge besteht aus zwei Rohrsträngen von je 2500—2200 mm l. W. bei 12—27 mm Blechstärke.

Ueber die Bauausführung des Kraftwerkes berichtet näher „Hoch- und Tiefbau", 1923, Nr. 35, der wir die Abb. entnahmen. Rdl.

Das Kraftwerk Barberine der S.B.B. ist das dritte für Zugförderung bestimmte Kraftwerk neben Ritom und Amsteg und neben dem Drehstromwerk Massaboden. Das Werk, das bei Châtelard (Wallis) liegt und die westschweizerischen Strecken versorgen soll, ist ein ausgesprochenes Speicherwerk mit einem Stausee von 41 Millionen cbm Inhalt in 1800 m Seehöhe, wozu eine fast 100 m hohe Staumauer zu errichten war. Ein Druckstollen von 2,35 km Länge ermöglicht die Ausnützung eines Gefälles von über 700 m in zunächst 3, später 5 Maschinensätzen von je 15 600 PS bezw. 10 000 KVA bei 333 Umdr. (16⅔ Per.) und 15 KV Spannung, in einer Transformatorenanlage wird die Spannung für die fernzuleitende Energie auf 66 KV erhöht. Mit Inbetriebsetzung dieses Kraftwerkes noch in diesem Jahre verfügen die Schweizerischen Bundesbahnen über eine gesamte Generatorleistung von 124 500 KVA (Dauerleistung). — (B.B.C.-Mitt.)

Vereine — Versammlungen

Der 13. Internationale Schiffahrtskongreß über Wasserkraftnutzung. Wie aus dem Bericht über den Kongreß im „Engineer" vom 6. und 13. Juli hervorgeht, wurde über die Ausnutzung der Wasserkraft der Binnenschiffahrtswege verhandelt, dabei allerdings in erster Linie an die englischen Verhältnisse gedacht. Eine Nutzung der Schiffahrtskanäle hielt der englische Berichterstatter über diese Frage für wenig wahrscheinlich. Hinsichtlich der Ausnutzung der Gezeiten glaubt er, daß die darauf gerichteten Bestrebungen, die gegenwärtig sehr lebhaft sind, wieder zur Ruhe kommen werden, bis ein neuer Energiemangel die Lösung der Aufgabe dringender fordert als jetzt. Die Erörterung der Frage bestätigte diese Auffassung; mindestens aber sei die Lösung technisch und wirtschaftlich noch in weiter Ferne, wenn auch nicht zu verkennen sei, daß sie in einzelnen Fällen angebracht und möglich sei, z. B. die wiederholt vorgeschlagene Ausnützung der Tide in Strangford Lough in Irland. Der vielbesprochenen Sperre durch die Severnmündung wurde das Wort geredet, allerdings hauptsächlich der dadurch geschaffenen neuen Querverbindung und Hafenbecken wegen. Die Wasserkraftfrage wäre später zu lösen. Ein Wehr bei Newport ergäbe 5—6 Millionen PS., so daß die Anlage der von Niagara vergleichbar wäre. Aber die Baukosten sind doch jetzt im Vergleich zu den Kohlenkosten so hoch, daß die Lösung unwahrscheinlich ist. Gegen ein weiter stromauf gelegenes Wehr bei Beachly unterhalb der Wyemündung wird der mit großen Kosten erbaute Severntunnel ins Feld geführt. Der sei der Gefahr des Wassereinbruchs ausgesetzt, wenn ein Wehr den Spiegel um 6 Meter hebe, zumal die Belastung des Bodens durch das Wehr in nächster Nähe noch dazu komme. Die Nutzung der Flüsse wird erschwert durch die ungleichmäßige Wasserführung — und eine Speicherung bereitet große Schwierigkeiten. Von dem 80 km langen Weaver, bekannt durch das Hebewerk bei Anderton, mit seinem wasserreichen Nebenfluß Dane wird aufgeteilt, daß er bei H. H. W. 210 m³/sk, bei N. N. W. aber nur 10 m³/sk liefert. Seit 1896 wurde versucht, Strom zu erzeugen; aber ohne Aushilfskraft war es nicht möglich, auch nur von den ausgebauten 200 PS. ständigen Strom zu erhalten. Von französischer Seite wurde angeregt, als Aushilfskraft eine andere Wasserkraft heranzuziehen, also eine Sammelschiene herzustellen, wie es jetzt in Frankreich geschieht. Abgesehen von Severn und Themse scheint eine Nutzung der Flüsse nicht wirtschaftlich. Selbst bei der Themse, die 0,35‰ Gefälle hat, wird eine Kraftnutzung sich kaum mit den Erfordernissen der Schiffahrt und Landesentwässerung vertragen. In Irland dagegen läßt sich der Shannon, der größte Fluß des Vereinigten Königreichs, gut ausbauen, wobei die Schiffahrt verbessert und die Fischerei nicht geschädigt wird. In den angenommenen Entschließungen wird es für wünschenswert erklärt, der Schiffahrt und Kraftnutzung zugleich zu dienen, jedoch unter Beachtung aller andern Aufgaben, Zwecke und Nutzungsmöglichkeiten der Wasserwirtschaft. Damit die Werke der Allgemeinheit dienen, wird Staatsaufsicht verlangt. Alle Untersuchungen, die zur Aufklärung der einzusetzenden Behörde dienen können, sind zu unterstützen, damit der Staat Entscheidungen trifft, die technisch auf der Höhe sind. Besonders erwünscht scheinen Versuche an Großschiffahrtskanälen. W. Korr.

II. Internationale Konferenz über Großkraftübertragung. Im Anschluß an die in Paris im November 1921 abgehaltene Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques

WASSERSTRASSEN-JAHRBUCH 1923

Herausgegeben von

Reg.-Rat Dr. **Zeitler**, München

mit

Gen.Direktor Dr. h. c. **Otto**, Köln

in Verbindung mit dem

Zentralverein für deutsche Binnenschiffahrt, Berlin-Charlottenburg.

Gebunden 6 Goldmark

★

Das ganze deutsche Wasserstrassennetz wird in dem vorliegenden Jahrbuche behandelt, das zugleich auch die osteuropäischen Projekte mit einbezieht. Für Behörden, Technik, Industrie und Handel ist das Jahrbuch ein Bedürfnis geworden, da es über die Entwickelung, Leistungen, Ziele und Aufgaben der deutschen Wasserstrassen durch die Mitarbeit von anerkannten Sachverständigen einen zuverlässigen Überblick gibt.

★

RICHARD PFLAUM VERLAG A G. MÜNCHEN.

Digitized by Google

à Très-Haute Tension soll vom 26. Nov. bis 1. Dez. eine zweite Tagung am gleichen Orte stattfinden über folgende hauptsächliche Fragen:

1. Bau von Hochspannungsleitungen und deren Einzelteilen und Ausrüstungen,
2. Hochspannungsisolatoren,
3. Freiluftstationen,
4. Normalisierung der Spannungen,
5. Internationale Regelung der technischen Fragen auf einen dahinzielenden Beschluß der ersten Tagung hin,
6. Aufklärung der breiten Oeffentlichkeit über die Gefahren der Elektrizität durch entsprechende Propaganda.

Der Titel dieser Konferenz ebenso wie deren Punkt 5 der Tagesordnung ist zwar „international", aber bereits bei der ersten Konferenz schien Deutschland mit seinen Leistungen und Erfahrungen für die „internationale" französische Fachwelt nicht zu existieren und so wird es wohl auch bei der zweiten Konferenz sein. Es wäre nur zu wünschen, daß unsere Technik daraus die richtigen Folgerungen zieht und darauf achtet, daß ihre Erfahrungen nicht auf Umwegen dieser sogenannten internationalen Konferenz und ihren Besuchern zugute kommen. Rdl.

Literatur

Zeitschriftenschau.

Bahnelektrisierung. Die erste elektrische Gebirgs-Schnellzugslokomotive der österreichischen Bundesbahnen. Von Dipl.-Ing. von Nes. Wien. „Elektrotechnik und Maschinenbau" 1923, H. 25, S. 361—373, 29 Abb. (Eingehende mechanische und elektrische Beschreibung der 1C+C1 — Lokomotiven von 1764 kW Motor-Stundenleistung.)

— Mit der Wechselstromlokomotive quer durch Nordschweden. Von W. Reichel. „Siemens-Zeitschrift" 1923, H. 3, S. 120—131, 15 Abb. (Beschreibung der neuen Lokomotive der S.S.W. der Vollbahnstrecke Lulea-Riksgränsen (435 km) für 2000 t-Züge; Versuchsfahrten; Ausblick auf weitere Elektrisierungspläne.)

Die neuen Lokomotiven der Riksgränsbahn. Von Dipl.-ing. Wist. „A.E.G.-Mitteilungen" 1923, H. 4, S. 137—144, mit 9 Abb. (Beschreibung der neuen Lokomotiven der A.E.G. für den schweren Erzzugbetrieb.)

Einphasen-Schnellzuglokomotiven mit Einzelachsantrieb der Bauart B.B.C. Ein neuer Antrieb elektrischer Lokomotiven. „B.B.C.-Mitteilungen" 1923, Heft 1/2, S. 1—20, 27 Abb. (Beschreibung der mechanischen Einzelheiten der 2 C 1-Lokomotive mit Einzelachsantrieb, Entwicklung der theoretischen Grundlagen für die elastische Kupplung, weitere Konstruktionsmöglichkeiten.)

Die Lokomotiven für hochgespannten Gleichstrom der Paris-Orléans-Bahn. Von Bellasi. „Bulletin Oerlikon" 1923, Nr. 20. (Beschreibung der Gleichstromlokomotiven von 1730 PS Stundenleistung für 1350 Volt.)

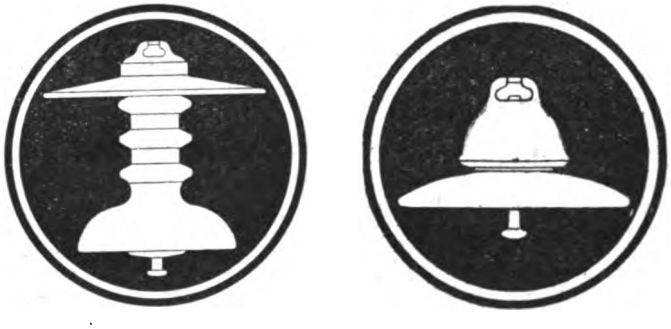
Die Schnellzugslokomotive der Cie. des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Von Bellasi. „Bulletin Oerlikon" 1923, Nr. 21. (Beschreibung der 2 B + B 2-Gleichstrom-Lokomotiven von 2400 PS Stundenleistung.)

Leitungsbau über und durch den Arlberg. Von Dr.-ing. Markt. „Siemens-Zeitschrift" 1923, H. 5 und 6, S. 206—212 und 272—279, 24 Abb. (Ausführung der Fahrleitung durch den Arlbergtunnel und der 60 KV-Freileitung über den Arlbergpaß, Konstruktion und rechnerische Grundlagen.)

Zusammenbau und Versuche an den Einphasen-Generatoren des Bahnkraftwerkes Ritom. „B.B.C.-Mitteilungen" 1923, H. 6/7, S. 75—83, 14 Abb. (Einzelheiten über die Aufbauarbeiten an Ort und Stelle und Durchführung der scharfen Abnahmeversuche.)

Rosenthal

Kittlose Hänge-Isolatoren



Porzellanfabrik
PH. ROSENTHAL & CO. A.G.
BERLIN W 9
Bellevuestr. 10

Digitized by Google

Talsperren. Ueber Talsperrenschieber. Von Dr.-Ing. E. v. Willmann, Bad Tölz. „Z. d. V. D. I.", 1923, Nr. 20, S. 490—492, 12 Abb. (Angaben über die beim Oeffnen und Schließen von Talsperrenschiebern auftretenden Kräfte und Ausgleichen ihrer nachteiligen Wirkungen an Hand eines Beispieles.)

— Die Sorpe-Talsperre. „Bautechnik", 1923, Nr. 29, S. 295/296. (Der Ruhrtalsperrenverein, der bisher elf Staubecken mit etwa 190 Mill. m³ Stauinhalt errichtete, beschloß die Errichtung dieser Talsperre im Kreise Arnsberg. Inhalt 73 Mill. m³; Erddamm von 64 m Höhe mit Dichtungskern aus Mauerwerk.)

Wasserkraftmaschinen. Die Maschinenanlage des Murgwerkes. Von Baurat E. Treiber, Karlsruhe. „Z. d. V. D. I.", 1923, Nr. 18, S. 429—435, 12 Abb. (Angaben über wasserwirtschaftliche Grundlagen des badischen Murgwerkes. Beschreibung der Gesamtanlage und des maschinellen Teils der Kraftanlagen.) (Vgl. diese Z. Heft 14, S. 200.)

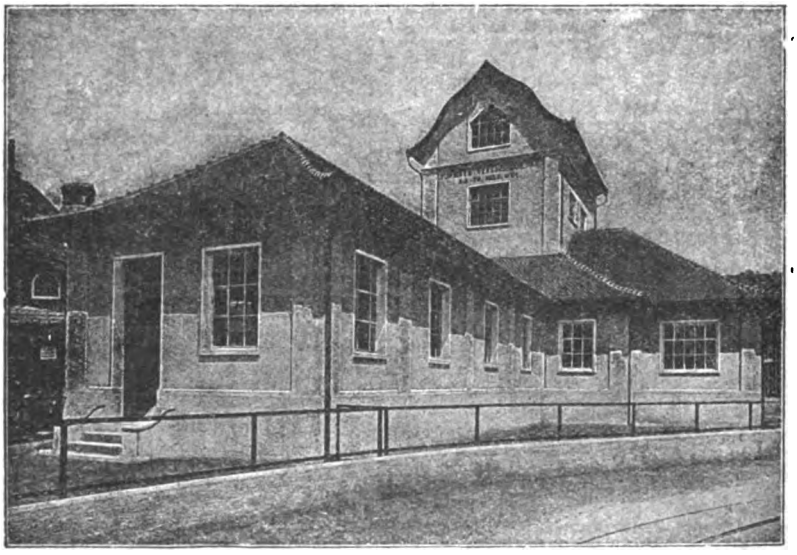
— Turbinen und Regler des Kraftwerkes Ritom der Schweizerischen Bundesbahnen. Von Diplom-Ing. V. Gelpke, Luzern. „Z. d. V. D. I.", 1923, Nr. 18, S. 436—443, 21 Abb. (Besprechung besonders der Sicherung gegen Druckstöße und sonstige Betriebsstörungen.)

Buchbesprechungen

Kraftwerke.

Das Kraftwerk Ritom der Schweizerischen Bundesbahnen. Sonderabdruck aus der „Schweizerischen Bauzeitung", Bd. 81 u. 82, 1923, 40 Seiten mit 94 Abb., Verlag der „Schweiz. Bauzeitung" A. & C. Jegher, Zürich. — In der gewohnten sorgfältigen Bearbeitung und Ausstattung, welche die Sonderabdrucke der „Schweizerischen Bauztg." von jeher kennzeichnet, ist nun auch eine sehr ausführliche Schilderung des Ritomwerkes mit allen baulichen und maschinellen Einzelheiten gekommen. Der wasserbauliche Teil von Ing. Eggenberger bespricht nach den hydrotechnischen Grundlagen und dem Programm des Zusammenarbeitens dieses Winterspeicherwerkes mit dem Flußkraftwerk Amsteg die baulichen Maßnahmen bei der Anzapfung des Ritomsees 30 m unter seinem alten Wasserspiegel, den Stollenbau und die bekannten Rißbildungen beim Unterdrucksetzen sowie die einstweilige Abhilfe. Die Druckrohrleitung mußte hinsichtlich ihrer Ausführung während des Baues noch gegenüber dem Projekt geändert werden, da die Materialbeschaffungsschwierigkeiten infolge des Krieges zwangen, statt zweier Rohrstränge mit einer Blechstärke unten von 45 mm bei 850 mm Durchmesser in der unteren Partie vier Rohre von je 650 mm Durchmesser und dementsprechend nur bis zu 35 mm Stärke zu verlegen. Der von Architekt Nager beschriebene hochbauliche Teil zeigt die wohltuende Einfachheit des Aussehens, wie sie den meisten schweizerischen Anlagen als reinen Zweckbauten eigen ist, vereint mit strengster Unterordnung der Raumeinteilung und -Gestaltung an die Erfordernisse der Techniker und den Schaltplan. Beachtenswert erscheint der völlig eingebaute und vom Maschinenhaus getrennte Kommandoraum[1]) im zweiten Obergeschoß, der seine ganze Beleuchtung durch eine Glasdecke empfängt (reines Oberlicht) und dessen künstliche Lichtquellen ebenfalls über jener Glasdecke angebracht sind, so daß die Beleuchtung des Raumes bei Tag und Nacht gleichartig wirkt. Weiterhin beschreibt Ing. Habich im dritten Teil zunächst die Turbinen mit deren umfangreichem Zubehör an Absperr-, Regel- und Sicherheitsvorrichtungen, dann die Generatoren und die elektrische Ausrüstung des Kraftwerkes und seiner Hilfsanlagen, worüber auf S. 27 dieses Heftes berichtet wurde. Es ist beachtenswert, wie man auch hinsichtlich der elektrischen Ausrüstung dort in einer Verwaltung, welcher die reichsten Erfahrungen im schweren Gebirgsbahnbetrieb zur Verfügung stehen, als obersten Gesichtspunkt die Forderung der größtmöglichen Einfachheit der Gesamtanlage wie der einzelnen Apparate gestellt und durchgeführt hat. — Für den Bauingenieur ist das Heft ebenso von Wert wie für den Turbinen oder Elektro-Ingenieur.

A. G. der Maschinenfabrik von **Theodor Bell & Co.** Kriens-Luzern. Gegründet 1855.



Turbinen-Versuchs-Anlage der A.G. Theodor Bell & Co. Kriens

für Hochdruck- u. Niederdruck-Turbinen u. Regulatoren

Wasserturbinen, Präzisionsregler, kompl. hydraulische Anlagen — Maste u. Tragwerke für elektr. Leitungen.

Digitized by Google

Schweizerische Wasserwirtschaft. Sondernummer zur Elektrisierung der schweiz. Eisenbahnen (1923, Nr. 13). Dem Wesen dieser Zeitschrift entsprechend treten hier das wirtschaftliche Moment und daher auch die rein schweizerischen Belange in den Vordergrund, aus welchem sich aber viele Gedanken und Erfahrungen verallgemeinern lassen. Nach einem bereits aus der E.T.Z. bekannten Bericht über die elektrische Zugförderung auf dem IX. Eisenbahnkongreß in Rom 1921 folgt als eine der wertvollsten Veröffentlichungen eine mit ebensolchem Fleiß wie Umsicht zusammengetragene vorwiegend statistische Arbeit von Sekretär Härry des schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes über den Betrieb der schweiz. Eisenbahnen im Jahre 1921, mit einer Uebersichtskarte des ganzen schweiz. Bahnnetzes, aus welcher die Ausbreitung des elektr. Betriebes augenfällig hervorgeht. Neben ausführlichen, auch auf die Verkehrsleistungen und auf Kostenfragen ausgedehnten Tabellen über alle schweiz. Eisenbahnen (Haupt-, Neben-, Straßen- und besondere Bahnen) geben zusammenfassende Uebersichten viele interessante Einzelheiten. In der Schweiz wurden im Jahre 1921 bereits 64 Prozent aller geleisteten Zugskilometer elektrisch gefahren; über die Verbrauchszahlen als Maß der Rentabilität gibt die nachstehend im Auszug wiedergegebene Tabelle Aufschluß:

	Kohlenkonsum kg pro t km	Energiekonsum kWh pro t km
Normalbahnen	0,073	0,0415
Schmalspurbahnen	0,15	0,105
Zahnradbahnen	0,71	0,84

während im Einzelnen nach dem erstgenannten Bericht für die Lötschbergbahn als Mittel der Jahre 1913—20 gemessen waren 0,051 kWh/t km (z. T. elektrische Zugheizung), für die Rhätischen Bahnen 1913—18 im Mittel 0,507 kWh/t km einschl. elektrischer Heizung aller Züge, endlich für die Gotthardbahn (Dez. 1921) als Mittel 0,0374 kwh/t km, alles ohne Verluste in den Speiseleistungen. Bezgl. der elektrischen Zugheizung wird angegeben, daß der Verbrauch je t km auf den Linien der Berner Alpenbahn-Ges. im Sommer 0,0845 kWh, im Winter 0,0535 kWh betrug, bei den Rhätischen Bahnen im Sommer 0,047 kWh gegen 0,058 kWh im Winter. Bezgl. der Unterhaltungskosten der Lokomotiven findet ersterer Bericht, daß auf der Lötschbergbahn 1915—19 die elektr. Lokomotiven um etwa 17 Prozent geringeren Aufwand erforderten als die etwa halb so starken Dampflokomotiven. Bei den Rhät. Bahnen kosteten die elektr. Lokomotiven etwa 27 Prozent weniger Instandhaltung als die gleichstarken Dampflokomotiven.

Die Arbeit von Härry findet weiterhin, daß bei voller Elektrifikation aller Schweizerbahnen noch jährlich 500 000 t Kohle im Wert von 30 Millionen Fr. eingespart würden, wofür noch 350 Mill. kwh ab Werk zu den bisher gebrauchten rd. 210 Mill kWh hinzu benötigt würden. Den weiteren Tabellen über die Verbrauchszahlen des Betriebsjahres 1921 entnehmen wir nur noch, daß die insgesamt 6.674.215.402 mit Dampf geleisteten t km an Kohlen 85.433.845 Fr. kosteten, die 1.604.347.490 elektrisch gefahrenen t km dagegen nur 9.307.066 Fr. und daß für die spezifischen Energiekosten folgende Aufstellung gefunden wird:

	Kosten in Fr. der Kohle		der Energie	
	pro t km	pro t	pro t km	pro t
Normalbahnen	0,0126	173	0,003	0,070
Schmalspurbahnen	0,0208	140	0,0058	0,056
Zahnradbahnen	0,094	134	0,066	0,086

Man wird mit Interesse die gleiche Statistik für 1922 erwarten, die ebenfalls in der denannten Zeitschrift erscheint und eine erhebliche Verschiebung sowohl des Umfanges wie der wirtschaftlichen Ergebnisse zugunsten der elektrischen Traktion vermuten läßt.

Drei weitere Arbeiten befaßen sich mit Diskussionen über die Beschleunigung der Elektrifikation der S.B.B., der Frage ob eigene Stromerzeugung oder Fremdstrombezug vorzuziehen sei und mit der Frage der Elektrizitätspolitik

Elektromotor München
G. m. b. H.

Lagerliste ab 12. Dezember 1923:

I. Neue Drehstrom-Motore mit Kurzschluß-Anker und Kupferwicklung ohne Sterndreieck-Schalter.

St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	Netto-Gold-Mark-Preise bei 0,67 Goldfakt.	St.	PS	Volt	Touren	Fabrikat	Netto-Gold-Mark-Preise bei 0.67 Goldfakt.
2	0,27	220/380	1450	Pöge	67.—	1	1,5	220/380	1450	Pöge	118.—
2	0,45	220/380	1450	„	75.—	2	2	120/210	1450	„	139.—
1	0,67	220/380	1450	„	83.—	1	2,04	380/660	980	Bergmann	176.—
2	1,1	120/210	1450	„	102.—	2	3	220/380	1450	BBW Neumarkt	170.—

II. Neue Drehstrom-Motore mit Schleifring-Anker und Kupferwicklung mit Anlasser.

2	2,04	220/380	1450	Bergmann	204.—	1	10	220/380	1450	Löckmitz Els. W. ohne BAV	495.—
1	3	220/380	1450	R. G. & Sch.	240.—						
3	3,06	220/380	1450	Bergmann	250.—	1	10	120/210	1450	Pöge BAV	525.—
2	4	120/210	1450	Pöge	295.—	1	10	220/380	1450	Ziehl-Abegg „	525.—
4	4,08	220/380	1450	Bergmann	295.—	1	12,5	220/380	1450	Pöge „	600.—
2	5	120/210	1450	Pöge	335.—	1	12,5	115/200	1450	Ziehl-Abegg „	600.—
1	5	220/380	1450	„	335.—	1	15	220/380	1450	Heidenau „	680.—
1	6	220/380	1450	Gebr. Ley	375.—	1	15	220/380	780	Maffei-Schw. „	1125.—
1	6	120/210	1450	Pöge BAV	382.—	1	20	220/380	1450	Pöge „	930.—
1	7,5	120/210	1450	„ BAV	430.—	1	25	220/380	1450	„ „	1070.—
						1	30	220/380	1450	„ „	1225.—

Verpackung auf Stollen 1½%, Verschlag 2%, Kiste 3%. — Zwischenverkauf müssen wir uns vorbehalten.

ELEKTROMOTOR MÜNCHEN G.M.B.H.
Lindwurmstr. 70a
Telefon Nr. 73671

Digitized by Google

und der Energieausfuhr aus der Schweiz, Fragen vorwiegend schweizerischen Interesses, aber zum Teil auch grundsätzlicher Bedeutung. So wird festgestellt, daß nach Ansicht der Militärorgane im Kriegsfall der elektrische Betrieb eher größere Sicherheit biete als der Dampfbetrieb wie dies die Umstellung der Hauptlinien in Frankreich, Schweden und Italien zeigt und daß die Eigenerzeugung der Energie vorzuziehen sei. Bezgl. der Elektrizitätspolitik wird besonders auf die Anwendung der Ueberschuß- und Nachtleistung zur Wärmeerzeugung in Haus und Industrie hingewiesen, ebenso für die Milchwirtschaft, Gewerbe und sonstige Kleinverbraucher. Für Elektrokessel wird in Großbetrieben mit einem Gleichwert von 3—3,5 kwh für 1kwh gerechnet, d. s. gegenwärtig 1,4—1,8 Cts./kWh, während bei kleineren Kesseln und Boilern die kwh noch 2—3,5 Cts. kosten darf.

Die Frage der elektrischen Heizung wird ja in der Schweiz mit dem gleichen Interesse behandelt wie jene der Zugförderung und dürfte uns dieses Land darin ebenso vorbildlich sein. — Kürzere Aufsätze bringen noch Angaben über die Erweiterung des Barbarine-Werkes und das im Bau befindliche Kraftwerk Vernayaz (6×17 000 PS), zwei sich nach Art der Werke Ritom und Amsteg ergänzende Anlagen für Sommer- und Winterkraft, sowie über das projektierte Lank-Listwerk als Nebenwerk zum E.W. Kubel. Rdl.

Elektrisierung der Oesterreichischen Eisenbahnen. Zur Aufnahme des elektrischen Betriebes auf den ersten Teilstrecken der Arlbergbahn den Festgästen gewidmet von der A.E.G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft. 22. Juli 1923. — Das kleine gediegen ausgestattete Erinnerungsheft an diesen wichtigen Tag für den Bahnverkehr nicht nur Oesterreichs allein bringt auf 10 Abbildungen mit kurzem Text das Hauptsächlichste über Kraftanlage (Ruetzwerk-Ausbau), Speise- und Fahrleitungsanlage und die 1C1 — leichte Personen- und Schnellzugslokomotive Reihe 1029 von 1360 PS Stundenleistung, mit welchen vorerst der Betrieb geführt wird. Ohne auf Einzelheiten einzugehen wahrt das Heft seinen Charakter als Erinnerungsgabe, indem es kurze Schlaglichter auf die wesentlichsten Teile, soweit sie im Arbeitsgebiet der Firma lagen, wirft.

Elektrotechnik.

Der elektrische Betrieb, die im Verlag R. Oldenbourg erscheinende bekannte Zeitschrift über die praktische Anwendung elektrischer Triebkraft, hat ihr Heft 16 vom 29. August als Sonderheft dem Gebiete der elektrotechnischen Isoliermittel gewidmet. Das in verstärktem Umfang erschienene Heft bringt zunächst in einer Arbeit von Orlich über „die Anforderungen an feste Isolierstoffe und ihre Prüfung" eine kurze Zusammenfassung dessen, was die heutige Elektrotechnik an Material und dessen Güte verlangt. Die Fabrikation elektrischer Isolierstoffe und ihre Ziele behandelt Dr. Bültemann in ihren Grundzügen, insbesondere hinsichtlich der Glimmerprodukte und der vegetabilischen Isoliermaterialien, wie auch der Kunstharze und Pressmaterialien. Nach einer kurzen Würdigung der vom Verband deutscher Elektrotechniker bei der Bayer. Landesgewerbeanstalt in Nürnberg eingerichteten Untersuchungsstelle für Isoliermaterialien durch Prof. Dr. Edelmann berichtet Schwaiger aus dem Hochspannungslaboratorium der Technischen Hochschule Karlsruhe über die Berechnung von Kondensatordurchführungen in mehr theoretischer Weise und streift damit eines der Hauptprobleme der modernen Höchstspannungstechnik.

Das Gebiet des Freileitungsbaues berührt ein Aufsatz über die Konstruktion der Kegelkopfisolatoren als eine der modernen Typen von Hängeisolatoren großer Festigkeit auch in mechanischer Beziehung von Direktor Dr. Altmann. Gerade für den Bau der neuzeitlichen Fernleitungen zur Übertragung großer Energiemengen aus den wasserkraftreichen Voralpenländern und Mittelgebirgsgegenden Deutschlands in die flachen Landesteile und für das Zu-

Digitized by Google

sammenwirken dieser Kraftquellen mit den Kohlengegenden und deren Reservewärmekraftanlagen ist dieses Gebiet von weittragender Wichtigkeit. Ihm verwandt ist das Gebiet der übrigen keramischen Isolierstoffe, wie Steinzeug, Steatit und dergl., welche Materialien hauptsächlich für Durchführungen und sonstige Apparatenbestandteile mit Porzellan in Wettbewerb treten und worüber Dr. ing. Singer einige Mitteilungen macht. Die Isoliermaterialien aus Kunstharz und Faserstoffen, das sind hauptsächlich Apparatenplatten, Röhren, Durchführungen und ähnliche Teile, ohne welche heute der Bau von Schaltapparaten und Maschinen undenkbar wäre, schildert Generaldirektor Senst in kurzen Zügen. Der reiche Textteil schließt mit einem Aufsatz über Öl als Dielektrikum von Buck, worin die hauptsächlichen an gute Öle zu stellenden Anforderungen und die Prüfmethoden hiefür beschrieben werden.

Einige kurze Rundschauberichte referieren über die Möglichkeit, Spannungen bis 150 000 Volt durch Erdkabel zu übertragen, über die Vorgänge beim Durchschlag fester Isolierstoffe und über die Prüfstelle des Verbandes deutscher Elektrotechniker.

Es wäre zu begrüßen, wenn die Zeitschrift auch weiterhin abgerundete Gebiete der angewandten Elektrotechnik in ähnlicher Weise zur Darstellung bringen würde. Rdl.

Verschiedenes

Ausbruch des Gleno-Stausees. Nächst der Katastrophe von Oppau wohl das folgenschwerste Unglück an einem Werk der Technik hat am 1. Dezember dieses Jahres Italien heimgesucht. Der Stausee von Gleno bei Bergamo, durch welchen in 2 Stufen mit 427 m Gesamtgefälle 4500 PS gewonnen werden, hat infolge Bruches der Sperrmauer seinen Wasserinhalt von 4 Millionen m³ durch das steile Flußtal hinab zum Iseo-See entleert. Vor zwei Jahren erst fertiggestellt, hat der Stausee aus noch nicht festgestellten Ursachen die 37 m hohe Sperrmauer gebrochen und nicht nur die Kraftwerke wegrasiert, sondern mit dem im engen Tal bis zu 70 m tiefen Sturzbach drei Dörfer vom Erdboden verschwinden lassen und 600 Menschenleben duch Ertrinken und Verschütten vernichtet. — Ein Beweis für die furchtbare Verantwortung, welche mit der Fesselung der Wasserkräfte wie überhaupt mit der Technik verbunden ist.

Das Rheindelta im Bodensee. Durch die neueste Entwicklung der Wasserkräfte und des Schiffahrtswesens hat das Problem der Sinkstoffführung an Bedeutung sehr gewonnen. In der Nutzbarmachung der Wasserkräfte verlangt es vor allem volle Beachtung bei der Schaffung großer Stauhaltungen, in den Flachlandflüssen und eigentlicher

Digitized by Google

„Das vorliegende Heft möge zeigen, welche Wichtigkeit die Wasserkräfte für den Landverkehr haben und wie sie dazu berufen sind, denselben weitgehend unter Ersparnis von Brennstoffen und deren Transporte zu betreiben.

Wie mit dem Landverkehr, so sind die Wasserkräfte auch mit dem Wasserverkehr auf Wasserstrassen eng verbunden.

Sie geben durch Ausnutzung der in den Wasserstrassen vorhandenen, für die Schiffahrt eigentlich unerwünschten Gefällsstufen Energie ins Land ab, machen also diese unerwünschten Beigaben zu Kraft- und damit Einnahmequellen und können weiterhin auch bei Anwendung elektrischen Schleppzuges, sei es vom Land aus durch Treidelei oder mittels Akkumulatorenbooten, unmittelbar die Lasten fördern helfen.

Über Wasserkraft und Wasserstrassen werden wir in einem späteren Sonderheft berichten."

Für einen Teil der Abbildungen stellten uns Klischees zur Verfügung die Firmen: Brown Boveri & Co. Mannheim; Maschinenfabrik Oerlikon, Oerlikon (Schweiz); Maschinenfabrik Carl Maier, Schaffhausen (Schweiz); Siemens-Schuckertwerke, Berlin; A.E.G.-Union, Wien, die Zeitschrift Elektrotechnik und Maschinenwesen, Wien.

Speicheranlagen im Hochgebirge. Erwünschte Anhaltspunkte für die Behandlung dieser Probleme ergaben die vom Schweizerischen Amt für Wasserwirtschaft fortlaufend vorgenommenen Vermessungen des Rheindeltas im Bodensee. Das Ergebnis dieser Vermessungen wurde kürzlich vom Schweiz. Wasserwirtschaftsamt als Nr. 15 seiner Veröffentlichungen herausgegeben. Diese Vermessungen ermöglichen erstmals eine zuverlässige Bestimmung der Seeauffüllung im Gebiet der Hard-Fußacher Bucht für den Zeitraum 1911—1921. Auch geben sie Anhaltspunkte für eine zweckmäßige Weiterführung der Untersuchungen. Nach den bisherigen Resultaten verursachen Rhein und Bregenzer Aach eine gesamte mittlere jährliche Auffüllung des Bodensees um 3 172 000 Kubikmeter. Für den Rhein allein ergeben sich 2 790 000 Kubikmeter im Jahr. Aus diesen Zahlen läßt sich errechnen, daß das gesamte Rheingebiet oberhalb des Bodensees durch die Abtragungsarbeit des Wassers jährlich um 0,46 Millimeter niedriger wird.

Geschäftliches

Beteiligung der Reichsbahn am Walchenseewerk und an der Mittleren Isar. Zwischen der Reichsbahn und den Aktiengesellschaften Walchenseewerk und Mittlere Isar wurde ein für den weiteren Ausbau besonders die Finanzierung dieser beiden bayerischen Großwasserkraftwerke wichtiger Vertrag abgeschlossen, der von der bayerischen Regierung und dem Landtag zur Zustimmung vorgelegt wurde und die Genehmigung erhalten hat. Der Regierungsantrag besagt im Einzelnen:

Die Deutsche Reichsbahn, welche einen erheblichen Teil der in den Wasserkraftanlagen des Walchenseewerkes und der Mittleren Isar zu gewinnenden elektrischen Arbeit für die Elektrisierung von Eisenbahnen verwenden will, hat den Wunsch ausgesprochen, sich durch Aktienerwerb an den beiden Gesellschaften zu beteiligen. Der Landtag hat hierzu bereits am 21. Dezember 1922 grundsätzlich sein Einverständnis erklärt. Die Verhandlungen über die Beteiligung der Reichsbahn sind abgeschlossen. Gleichzeitig waren Verhandlungen zwischen der Reichsbahn und den beiden Gesellschaften über die Hauptpunkte des zwischen ihnen abzuschließenden Stromlieferungsvertrages geführt worden. Das Gesamtergebnis der gepflogenen Verhandlungen läßt sich dahin zusammenfassen, daß die Reichs-

70/191

Digitized by Google

bahn als teilweises Entgelt für die zu liefernde elektrische Arbeit die Verzinsung und Tilgung des Bauaufwandes für den ihren Zwecken dienenden Einphasenteil der Anlagen des Walchenseewerkes und der Mittleren Isar übernimmt und für den Ausbau der Anlagen den Gesellschaften ein Darlehen im Betrage von 17.5 Millionen Goldmark gewährt.

Was die Beteiligung der Reichsbahn am Aktienkapital betrifft, so wurde am 19. November d. J. in außerordentlichen Generalversammlungen der beiden Gesellschaften beschlossen, die bisherigen Grundkapitalien von 1.6 Milliarden M. und 800 Millionen M. um 200 und 100 Millionen M. durch Ausgabe von 200,000 und 100,000 neuer Aktien im Nennbetrage von je 1000 M. zu erhöhen und unter Ausschluß des gesetzlichen Bezugsrechtes der bisherigen Aktionäre die Verwertung der neuen Aktien den Vorständen im Benehmen mit den Aufsichtsräten zu übertragen. Die Aufsichtsräte der beiden Gesellschaften haben am gleichen Tage beschlossen, die neuen Aktien der Deutschen Reichsbahn zu überlassen. Die Zustimmung des Landtags wurde vorbehalten. Die Deutsche Reichsbahn soll bei etwaigen künftigen Erhöhungen der Grundkapitalien jeweils im gleichen Verhältnisse wie diesmal beteiligt werden.

Peter Baumens

München Albanistr. 8 — Bauunternehmung — Köln Hohenzollernring 69

Wasserkraftanlagen, Großwasserstraßen, Baggerungen, Talsperren
Stollenbauten, Krafthäuser
Schleusen, Brücken

— Großer Gerätepark —

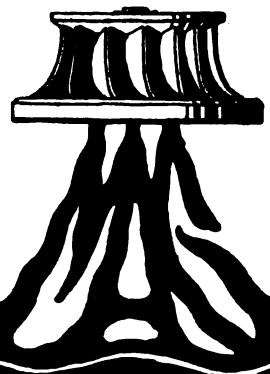
Die
in den Transformatorenstationen der österr. Bundesbahnen
Zirl — Flirsch — Wegscheid
zur Aufstellung gelangten patentierten
Transformatoren-Ölkühler
lieferte die Firma
Zimmermann u. Weyel G. m. b. H.
Ludwigshafen a. Rhein
Älteste Spezialfabrik für Ölkühler für Transformatoren, Getriebe und Lager-Kühlung.

Digitized by Google

Zur gefl. Beachtung!

Band 4 des „Neuen Brockhaus", des ersten größeren Konversationslexikons nach Kriegsschluß, ist soeben erschienen. Dieses Werk antwortet auf jede Frage und gibt erschöpfende Auskunft. Es ist also nicht nur ein Verzeichnis mit kurzen Hinweisen, sondern ein Werk, welches auf allen Gebieten das Neueste enthält und daher für jeden, sei er Beamter, Kauf-

WASSER-TURBINEN.



Öldruck Regulatoren
für Geschwindigkeit und Wasserstand.

Lieferung von mod. kompl. Turbinenanlagen. Höchste Ausführung. 60jähr. Erfahrung.

Eigene grosse Eisengiesserei.

„MAG" Maschinenfabrik A.G. Geislingen-Stg. 47 D Wtbg.

AEG

EIGENE INGENIEURABTEILUNG
für Bau und Entwurf von Wasserkraftanlagen

◆

PROJEKTIERUNG
UND
AUSFÜHRUNG
von Kraftwerken, Umformerstationen, Schaltanlagen, Hochspannungsleitungen, Ortsnetzen, Transformatorenstationen

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT
Abteilung für Centralstationen
Berlin NW 40, Friedrich Karl-Ufer 2-4

Bauingenieur

35 Jahre alt, energisch, organisator. befähigt, schriftstellerisch nicht unbegabt, mit gewandten Umgangsformen; firm im Vermessungswesen, Wasserversorg. und Kanalisation, Spezialist in Wasserkraftanlagen jeder Art, mit einigen Kenntnissen des Maschinenbaues und der Elektrotechnik

sucht ausbaufäh. Vertrauensstellung

im In- oder Ausland.

Beteiligung bei Neugründ., Vertretungen, Zweigniederlassungen u. ä. Einsatz bis zu 10000 G.M. möglich.

Ausführl. Off. unt. Nr. 539 an „Die Wasserkraft" erbet.

Bei allen Anfragen bitten wir höfl. :: Bezug nehmen zu wollen auf

„Die Wasserkraft"

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google